Fritz Throm
aus
Giessen

Über die

Absorption der Röntgenstrahlen

durch Metallbleche verschiedener Dicke, gemessen durch die von den Röntgenstrahlen bewirkte Ionisation der Gase

Basel
1907

Über die Absorption der Röntgenstrahlen durch Metallbleche verschiedener Dicke, gemessen durch die von den Röntgenstrahlen bewirkte Ionisation der Gase.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG

DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VON

FRITZ THROM

AUS GIESSEN.

Lörrach
Oberbadische Verlags- und Handelsdruckerei Jaumann & Netzer
1907.

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät, auf Antrag der Herren Professoren Dr. A. Hagenbach und Dr. R. Nietzki.

Basel, den 21. Juni 1907.

Prof. Dr. F. Zschokke
Dekan.

Seinem lieben Vater und
dem Andenken seiner guten Mutter
gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546418_0028

Historische Einleitung.

Nachdem von Röntgen entdeckt worden war, dass aus einer hoch evakuierten Hittorf'schen oder Crookes'schen Röhre eine vorher unbekannte Strahlung austrat, die er X-Strahlung nannte, und dass diese X-Strahlen hinsichtlich ihres Durchdringungsvermögens von den Lichtstrahlen sehr abweichende Eigenschaften besitzen, war es von grossem Interesse, dieses Vermögen bei verschiedenen Substanzen festzustellen.

Verschiedene Forscher haben darüber Untersuchungen angestellt, aber ihre widersprechenden Resultate machten es wahrscheinlich, dass die X-Strahlen ein Gemisch von Strahlen verschiedener Eigenschaften seien, was schon Röntgen in seiner ersten Mitteilung[1]) ausgesprochen hat.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Kahlbaum untersuchte ich die Absorption der X-Strahlen durch Metalle mit Verwendung der elektrischen Wirkung derselben als Mass ihrer Intensität, während Herr Max Steffens parallellaufend dieselbe Untersuchung mit Verwendung der photographischen Eigenschaften der X-Strahlen ausführte. Auf Veranlassung von Herrn Fil. Lic. Olof Tenow aus Upsala, unter dessen Leitung infolge des Todes von Professor Kahlbaum die Arbeit ausgeführt ward, wurde besonders der Einfluss der Dicke der durchstrahlten Schicht auf den Absorptionskoeffizienten untersucht und zwar wurde dabei die Intensität der X-Strahlung ermittelt unter Anwendung einer von Mc. Clung angegebenen Nullmethode, bei welcher die Intensitätsmessung auf eine Druckmessung zurückgeführt wird.

[1]) Sitzungsberichte der Würzburger Phys.-Ges. 1895.

Um ein Urteil der dieser Methode anhaftenden Fehler zu erhalten, soll hier zunächst ein kurzer Überblick der Arbeiten folgen, die nach der Entdeckung der X-Strahlen über die elektrischen Eigenschaften derselben gemacht sind, ebenso wie über die Absorption der X-Strahlen, insofern diese mittels einer oder mehrerer der elektrischen Eigenschaften der Strahlen zu ermitteln ist.

Die erstere grössere Veröffentlichung über die von ihm entdeckten Strahlen machte Röntgen 1895[1]).

Er entdeckte bekanntlich, dass beim Auftreffen der Kathodenstrahlen auf die Wand einer Hittorf'schen Röhre von der getroffenen Stelle neue Strahlen ausgingen, welche die Fähigkeit besitzen, Holz, Hartgummi, Luft und Flüssigkeiten beinahe ungehindert zu passieren. Dieselben wurden jedoch beim Durchgang durch Metalle in beträchtlicher Weise zurückgehalten, also absorbiert, und zwar umsomehr, je dicker die betreffenden Metalle sind. Am meisten machte sich bei der Absorption die Dichte bemerkbar, doch konnte Röntgen zunächst eine direkte Proportionalität nicht feststellen.

In seinem zweiten Vortrag[2]) berichtete er sodann über die entladende Wirkung der von ihm gefundenen Strahlen. Dieselbe untersuchte er auf die Weise, dass er die Strahlen durch ein Aluminiumfenster auf Leiter oder Isolatoren, die teils positiv teils negativ geladen waren, fallen liess. In allen Fällen wurden die erwähnten Körper sofort entladen, die Schnelligkeit der Entladung nahm mit Vermehrung der Strahlungsintensität zu. Gleichzeitig fand er auch, dass die von den Strahlen durchsetzte Luft die Eigenschaft erhalten hatte, geladene Körper zu entladen, dass sie also ionisiert wurde, und dass sie diese Eigenschaft eine kurze Zeit beibehielt. Durch Leiten der Gase durch einen Wattepfropf oder durch mehrere sehr feine aufeinandergelegte Drahtgitter konnte er der ionisierten Luft ihre Entladungsfähigkeit nehmen.

Die entladende Wirkung der Röntgenstrahlen konstatierte gleichfalls H. Dufour[2]).

J. N. Minchin[3]) beobachtete beim Auftreffen der Röntgenstrahlen auf geladene Metallscheiben ohne Rücksicht auf die vorherige Ladung derselben bei einer Reihe von Metallen positive, bei anderen negative Aufladung.

[1]) und [2]) Sitzungsberichte der Würzburger phis.-med.-Ges. 1895 und 1896.
[2]) C. R. 122 S. 460. 1896.
[3]) The electr. 36 S. 391. 1896.

A. Righi[1]), der sich von Anfang an mehr mit der Frage beschäftigte, welches Endpotential ein von Röntgenstrahlen getroffener Leiter erhält, kam schon in seinen im Jahre 1896 veröffentlichten Beobachtungen zu dem Resultat, dass das Endpotential immer ein positives sei, ein Resultat, dessen Richtigkeit durch seine neuerdings im Vakuum ausgeführten Versuche bestätigt sein dürfte[2]). Bei diesen Versuchen war die Luft bis auf 1/10000 mm Hg verdünnt und die Wirkung der ionisierten Luft dadurch unmerklich. Das zu untersuchende Metall war in einem dünnwandigen Metallgefäss von einem zu Erde abgeleiteten sehr dünnen Aluminiumzylinder umgeben. Die Metalle luden sich bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen gerade wie bei solcher mit ultravioletten positiv auf, was mit dem Quadrantelektrometer ermittelt wurde. Die Höhe des Potentials war von der chemischen Natur des Metalles abhängig, ebenfalls vom Druck. Righi, der früher viel mit ultravioletten Strahlen gearbeitet hatte, erkannte bereits damals die weitgehende Ähnlichkeit und Verwandtschaft derselben mit den Röntgenstrahlen.

Die entladende Wirkung konstatierten ferner fast gleichzeitig, J. J. Thomson und Rutherford[3]), die auch ähnlich wie Röntgen die Beobachtung machten, dass die von den Strahlen getroffene Luft sofort aktiviert wurde, die entladende Eigenschaft eine ganze Zeit lang beibehielt, und sie selbst durch Erhitzen nicht verlor, was jedoch beim Hindurchleiten eines elektrischen Stromes sofort geschah.

In den Fortsetzungen ihrer Arbeiten stellte Thomson in Gemeinschaft mit Mc. Clung die Rolle des bei der Entladung eines Körpers beteiligten umgebenden Gases fest und fanden, dass die Zerstreuung der Elektrizität proportional der Wurzel aus dem Gasdruck ist[4]). Thomson erwähnte schon damals die zwischen der Zersetzung eines Elektrolyten und der von Röntgenstrahlen ionisierten Gase bestehende Ähnlichkeit. Es müsste nämlich dann die Wurzel aus dem Druck der Zahl der in der bestrahlten Luft vorhandenen Ionen proportional sein, was sich auch aus angestellten Versuchen ergab[5]). J. J. Thomson[6]) fand weiter, dass eine Entladung der Metalle statt-

[1]) Mem. R. Acc. delle Science Bologna.
[2]) Nouv. Cim. 5 S. 31. 1903.
[3]) The electr. 36 S. 491.
[4]) Proc. Cambr. Phil. Mag. 9 S. 128. 1896.
[5]) Nature 33 S. 391. 1896.
[6]) The Electr. 36 S. 391. 1896.

fand, selbst wenn sie in Nichtleitern eingebettet waren, und nahm daher an, dass diese zu Leitern werden, sobald Röntgenstrahlen auf sie treffen. Flüssige Dielektrika zeigen jedoch von Gasen insofern Abweichungen, als ihr Leitvermögen bei Bestrahlung nahezu dem Ohm'schen Gesetz folgt, da bei den Gasen trotz erhöhten Potentials eine gewisse Maximalstromstärke nicht überschritten werden kann.

J. Borgmann und Gerchun[1]) fanden entgegen Righi und Thomson, dass ein positiv geladener Konduktor von Röntgenstrahlen rasch entladen wird und auf demselben ein negatives Potential verbleibt. Gleichzeitig stellten die französischen Forscher Benoist[2]) und Hurmuzescu Versuche über Röntgenstrahlen an. Sie konnten gleichfalls die sofortige Entladung eines Goldblatt-Elektroskops beim Auffallen der Röntgenstrahlen feststellen und zwar schneller bei negativer Ladung. Sie liessen weiter die Strahlen durch Scheiben derselben Grösse aber verschiedener Elemente hindurch gehen und fanden dabei verschiedene Entladungszeiten des Elektroskops.

Auch untersuchten sie den Einfluss der umgebenden Gase auf die Entladungsgeschwindigkeit und fanden, dass die Zerstreuung der Wurzel aus dem Druck proportional ist und ferner abhängig von der chemischen Beschaffenheit des bestrahlen Körpers[3]).

E. Villari[4]) zeigte, dass die entladende Wirkung von der ionisierten Luft stammt. Dieselbe nimmt ab, wenn man den Zuleitungsdraht zum Elektroskop und den Konduktor mit einer Paraffinhülle umgibt und verschwindet ganz, wenn die betreffenden Teile in Paraffin eingeschmolzen sind.

In einer zweiten Arbeit [5]) prüfte er die Einwirkung der aktivierten Luft auf das Elektroskop.

Brachte er zwischen Elektroskop und Lampe einen geladenen Leiter, so verschwand die entladende Wirkung, wenn Elektroskop und Leiter mit gleichnamiger Elektrizität geladen waren, bewahrte dieselbe aber bei entgegengesetzter Ladung von Leiter und Elektroskop. Befanden sich zwei entgegengesetzte geladene Drähte zwischen Öffnung und

[1]) C. R. 122 S. 89. 1896.
[2]) C. R. 122 S. 235, 779, 926. 896
[3]) C. R. 122 S. 779, 926. 896.
[4]) Nouv. Cim. 3 S. 306. 896.
[5]) Rendic. R. Acc. dei Lincei 6 S. 343. 897.

Elektroskop, so fand keine Entladung mehr statt. Die durchstrahlte Luft verhielt sich also gerade so, als ob ihre Moleküle mit entgegengesetzten Ladungen behaftet wären, durch welche sie die Ladung elektrisierter Körper neutralisierten.

A. Overbeck[1]) hat die Absorption der Röntgenstrahlen untersucht mit Verwendung der Entladungszeit eines Elektroskops als Mass der Intensität. Ist die freie Strahlung S_0, die durch ein Medium abgeschwächte S und setzt man $S = S_0\, a^{-x}$, so ist für Licht a konstant und x der Dicke der absorbierenden Schicht proportional. Für Kathodenstrahlen ist x der Masse pro qcm der durchstrahlten Schicht proportional. Setzt man also in obiger Formel x = Masse pro qcm, so würde falls die Röntgenstrahlen sich wie Kathodenstrahlen verhielten a eine Konstante sein. Dies ist jedoch nicht der Fall. Das Absorptionsgesetz gilt nur annähernd.

E. Mumurray[2]) fand nach seinen Versuchen, dass die Luft in einen Elektrolyten verwandelt wird und in diesem Zustand dieselbe Eigenschaft besitzt wie ein Tropfen angesäuerten Wassers.

J. Perrins[3]) Experimente über die Abhängigkeit der Entladungsgeschwindigkeit vom Druck führten zu dem Resultat, dass dieselbe proportional dem Druck sei. Um die Schnelligkeit der Entladung zu verfolgen, liess er die Röntgenstrahlen zwischen den beiden Platten eines Luftkondensators hindurchgehen und benutzte eine genügend hohe elektromotorische Kraft, um den Maximalstrom (Sättigungsstrom) zu erhalten. Für die Entladung bei verschiedenen Metallen als Elektrodenmaterial galt nach seinen Untersuchungen das Gesetz der Spannungsreihe.

Bei seinen Arbeiten über die Entladung von Leitern durch Sekundärstrahlen war Perrin[4]) früher der Ansicht gewesen, dass das an der Berührungsstelle zwischen Gas und Metall auftretende Ionisationsvermögen auf einer Metallwirkung beruhe, die sich nicht über einen Abstand von 2 mm hinter dem Metall erstreckt. Sagnac hatte bereits auf die besonders starke ionisierende Wirkung der Sekundärstrahlen in den ersten Luftschichten hingewiesen.

[1]) Beibl. 20 S. 586. 1896.
[2]) Proc. Roy. Soc. 3/III. 1896.
[3]) C. R. 123 S. 878. 1896.
[4]) C. R. 126 S. 243. 1897.

J. Perrin[1]) Untersuchungen über den Metalleffekt kam zu dem Resultat, dass an allen Berührungsstellen zwischen Metall und Gas gleich grosse entgegengesetzte Elektrizitätsmengen oder eine Oberflächenionisation bestehe. Beim Auftreten eines elektrischen Feldes werden die Ladungen von einem Vorzeichen vom Metall absorbiert, die anderen entweichen längs der Kraftlinien.

G. Sagnac[2]) arbeitete über die Absorption der Röntgenstrahlen und bemerkte zunächst, dass beim Auftreffen derselben auf die Metalle neue Strahlen erzeugt werden, die viel geringeres Durchdringungsvermögen besitzen und die sich wie die in einem niedrigen Vakuum erzeugten Strahlen verhalten. Sie besitzen gleich den Röntgenstrahlen entladende Wirkung auf das Elektroskop, doch ist die Schnelligkeit der Entladung geringer. Mittels des Elektroskops konnte er nachweisen, dass die von verschiedenen Metallen ausgesandten Sekundärstrahlen, wie er diese neuen Strahlen im Gegensatz zu den Röntgenstrahlen bezeichnete, für ein und dieselbe Substanz verschiedene Durchlässigkeit besassen. Die Verschiedenheit von X- und S-Strahlen zeigte sich ganz besonders in der kräftigen Absorption der letzteren durch Luft.

Aluminium besass die Fähigkeit, diese Strahlen wieder zu transformieren. Die Sekundärstrahlen gingen sowohl von der Vorder- wie von der Rückseite des getroffenen Metallblechs aus. Ihre ausgesandte Strahlenmenge war jedoch weit geringer als die der einfallenden.

Ähnliche Resultate wurden mit dem Fluoreszensschirm und der photographischen Platte erhalten. Alle Erscheinungen zeigten jedoch grosse Ungleichmässigkeit, wie sie von andern Forschern und auch von Röntgen bereits erkannt waren.

D. Hurmuzescu[3]) fand auch, dass die Röntgenstrahlen bei Auftreffen auf Metalle in andere Strahlen umgewandelt wurden. Da er andere Röhren verwendet hatte, war sein Transformationskoeffizient gegenüber Sagnac ein anderer. Die transformierten Strahlen fand er weit absorbierbarer als die Röntgenstrahlen. Den Koeffizienten bestimmte er durch Vergleich mit Zink aus den Zeiten, welche erforderlich waren, um die Blättchen eines Elektroskops gleichviel zusammenfallen zu lassen.

[1]) Journal de Phys. 6 S. 425. 1897.
[2]) C. R. 125 S. 230 und 249. C. R. 126 S. 467. C. R. 127 S. 46. 1898.
[3]) L'éclaire électr. 15 S. 166. 1898. C. R 128 S. 422.

L. Benoist[1]) stellte 1897 über die Durchsichtigkeit der Gase für Röntgenstrahlen folgendes Gesetz auf: Die Absorption der in einem Metallzylinder mit Aluminiumverschluss befindlichen Gase, von denen er zunächst Schwefeldioxyd, Luft und Chloroform untersuchte, ist proportional der Dichte. Dasselbe fand Lenard für Kathodenstrahlen. Bei konstantem Druck nahm die Absorption schnell mit der Temperatur ab, was sich aber aus der Änderung der Dichte erklären liess. Die Messungen wurden mit dem Elektrometer ausgeführt.

Weiterhin stellte Benoist[2]) Messungen über die Durchlässigkeit der Metalle auf die Weise an, dass er ausprobierte, wie grosse Dicken man von den verschiedenen Metallen verwenden muss, um die Röntgenstrahlen gleichviel abzuschwächen wie ein Paraffinprisma von 75 mm Dicke. Er fand die Durchlässigkeit unabhängig vom physikalischen Zustand der Körper und von der Gruppierung der Atome. Sie war bei jedem Zustand der Lampe eine bestimmte wachsende Funktion des Atomgewichts, welche wie er glaubte, für genügend homogene Strahlen in direkte Proportionalität übergehe. Er war der Ansicht, dass für genügend homogene Strahlen die Durchlässigkeit umgekehrt proportional der spez. Dicke oder Dicke mal Dichte sein sollte.

Weitere Studien über die Absorption der Röntgenstrahlen sind angestellt worden von Mc. Clung und Mc. Intosh[3]) und zwar über die Absorption derselben durch wässrige Lösungen. Als Mass der Intensität verwendeten sie die Ionisation eines Luftquantums zwischen zwei parallelen Zinkplatten, das von dem zu messenden Strahlenbündel getroffen wurde. Die grössere der Platten war mit der Batterie, die kleinere mit dem Elektrometer verbunden. Da die angelegten Potentiale genügend hoch waren, um den Sättigungsstrom herbeizuführen, war die Nadelablenkung proportional der Strahlungsintensität. Sie bestimmten die Absorption, indem sie die Strahlen zuerst durch das mit destilliertem Wasser gefüllte Absorptionsgefäss gehen liessen, am Elektrometer ablasen und alsdann dasselbe Experiment mit einer Salzlösung wiederholten. Sie fanden, dass keine direkte Proportionalität vorhanden war, wohl aber, dass einer Erhöhung der Dichte eine stärkere Absorption entsprach. Eine

[1]) C. R. 124 S. 146. 1897.
[2]) C. R. 132 S. 324. 1901.
[3]) Phil. Magaz. 3 S. 68. 1902.

Vergrösserung der Absorption trat mit Zunahme des Atomgewichtes des Kations ein.

Eine weitere Arbeit über den Einfluss der Temperatur auf die bei Gasen durch Röntgenstrahlen hervorgerufene Ionisation veröffentlichte Mc. Clung[1]) ionisierte in zwei grossen Metallzylindern verschiedene Gase, indem er teils Druck teils Volumen und somit die Gasdichte konstant hielt und konnte die Unabhängigkeit der Ionisation von der Temperatur für einen Temperaturunterschied von 14—272° C. beweisen.

E. Rutherford[2]) fand mittels einer Nullmethode die Absorptionskoeffezienten für verschiedene Gase proportional den Drucken derselben.

Schliesslich hat Mc. Clung[3]) mit einer Versuchsanordnung, die bei der nachstehenden Arbeit als Muster gedient hat, das relative Verhältnis der Ionisationen, die in Gasen durch Röntgenstrahlen verschiedener Art hervorgerufen werden, untersucht. Die Gase waren in zwei Zylindern eingeschlossen, die gleichzeitig bestrahlt wurden. Durch genaue Einstellung derselben im Verhältnis zur Lampe und durch geeignete Änderungen des Drucks wurde so eingestellt, dass kein Ausschlag am Elektrometer entstand. Er fand, dass die verschiedenen Leitfähigkeiten der Gase um so geringer waren, je durchdringender die Strahlen waren.

Nachdem neuerdings von E. Marx[4]) die Tatsache festgestellt war, dass die Röntgenstrahlen Ätherimpulse sind, hatte es kein Interesse, die aufladende Wirkung derselben zu verfolgen. Es wurde daher in der folgenden Arbeit nur Rücksicht auf die ionisierende Wirkung der X-Strahlen genommen.

[1]) Phil Magaz. 3 S. 68. 1902.
[2]) Proc. Roy. Soc. London 67 S. 245.
[3]) Phil. Magaz. 8 S. 283. 1904.
[4]) Drudes Annal. d. Phys. 20. 1906.

Versuchs-Anordnung.

Die Versuchs-Anordnung ist schematisch in Fig. I dargestellt.

Das Induktorium war ein von der Firma Dessauer in Aschaffenburg geliefertes, es hatte eine maximale Funkenlänge von 25 cm und wurde mit einer Spannung von 220 Volt samt einer Stromstärke von 15 A. betrieben. Aus Platzmangel war dasselbe zwei Stockwerke über dem Arbeitszimmer aufgestellt Die 14 m lange Zuleitung bis zur Lampe bestand aus gewöhnlichem 1,2 mm Guttapercha-Isolierdraht, welcher durch 3 mm dicke Glasröhren durchgezogen war. Im oberen Stock lagen die Glasrohre in einem Abstand von 40 cm auseinander und waren ausgegossen mit Isoliermasse, die überhaupt überall verwendet wurde, wo nicht Schwefel wegen seiner Sprödigkeit genommen war. Dieselbe wurde folgendermassen hergestellt: Ein Teil Wachs und ein Teil Paraffin wurden geschmolzen und zwei Teile fein zerstückeltes Colophonium unter stetigem Umrühren bis zur vollständigen Auflösung eingetragen.

Die Masse bewährte sich sehr gut und war infolge ihres geringen Ausdehnungskoeffizienten sehr geeignet zum Eingiessen in Kästen, in denen z. B. die ganze Schaltanordnung stand. Das Legen der Leitung durch beide Stockwerke erforderte eine ganz vorzügliche Isolation, teils aus Platzmangel, insofern als der Abstand der Leitung auf 30 cm reduziert werden musste, und teils weil der Boden des Zimmers grosse Feuchtigkeit besass. Die vollständig genügende Isolation wurde dadurch erzielt, dass man die mit Masse ausgegossenen Glasrohre mit in Isoliermasse getränktem Papier von 1 cm Dicke umgab, und um das Ganze Isolierband legte. In einem besonderen Zimmer für sich befand sich eine Nebenfunkenstrecke von 15 cm.

Da sehr kurze Bestrahlungszeiten nötig waren, wurde der Primärstrom bei sämtlichen Messungen mittels eines selbstkonstruierten Pendelunterbrechers immer für gleiche Zeiten geschlossen.

Der Pendel hatte eine Länge von 2,10 m und 2,5 cm Durchmesser und war mit einem zum Verschieben eingerichteten Bleigewicht versehen. An der Wand waren zwei dicke Holzklötze mit zwei quer darübergehenden, mit Blech beschlagenen Leisten, in deren Vertiefungen die Aufhängungspunkte des Pendels befestigt lagen. Auf beiden Holzklötzen sassen in eingebohrten Löchern Quecksilbernäpfe, von denen der eine vollständig, der andere zu $^2/_3$ mit Quecksilber gefüllt war. Mittels geeigneter am Boden angebrachter Haken konnte der Pendel losgelassen und sodann bei der Rückschwingung wieder aufgefangen werden. Auf dem oberen Absatz des Pendels war ein passend gebogener dicker Kupferdraht aufgesetzt, der beim Loslassen den Strom schloss, solange er in beiden Näpfen das Quecksilber berührte, während das in dem weniger gefüllten Glas aufgegossene Petroleum den entstehenden Lichtbogen auslöschte.

Zu den Versuchen wurde eine Gundelach'sche Starkstromlampe benutzt, die sich wie gewöhnlich in einem mit Blei vollständig umgebenen, zur Erde abgeleiteten Kasten von 85 cm Länge, je 52 cm Breite und Höhe befand. Die Bleihülle war 2 mm, auf der Vorderseite 4 mm dick. Ebendaselbst gestattete ein rechteckiger Ausschnitt von 4×18 cm den Austritt der Strahlen. In einer Entfernung von 25 cm vom Mittelpunkte der Lampe vor dem Ausschnitt ruhten zwei mit Aluminiumelektroden versehene Messingzylinder A_I und A_{II}, die zur Messung der Strahlungsintensität der Röntgenstrahlen dienen sollten. Die Zylinder waren von Ritter & Uhlmann in Basel angefertigt.

Wie aus der Figur ersichtlich ist, haben sie einen Durchmesser von 8,3 cm und eine Länge von 29 cm. In der Mitte auf beiden Seiten der Zylinder waren zwei Messingtuben mit aufgeschraubten Ebonitpfropfen angesetzt, durch die die Elektroden eingeführt waren. Die Zylinder waren derartig aufgestellt, dass die Elektrodenflächen horizontal standen. Die oberen kleineren, die miteinander und mit dem Elektromotor verbunden werden konnten, haben eine Länge von 8 cm und eine Breite von 4,3 cm, umgeben waren sie mit einem in derselben Ebene gelegenen Schutzring mit einer Oeffnung von $5 \times 9{,}2$;

die äusseren Masse waren 6,8 × 25,8 cm. An letzterem waren in zwei Ringen die Enden der Zylinder befestigt.

Die untere mit der Lichtleitung verbundene Elektrode hatte eine Länge von 23,5 cm und eine Breite von 4,3 cm, der Elektrodenabstand betrug 4,3 cm. Als Elektrodenmaterial diente Aluminium in einer Dicke von 1 mm.

Beide Enden der Zylinder waren mit aufschraubbaren Deckeln versehen. Die der Lampe zugekehrten Deckel haben eine Oeffnung von 3,5 cm Durchmesser, die mit 1 mm dicken Aluminiumblech verschlossen waren und den Eintritt der Strahlen gestatten sollten. Hiervor gestellt waren zwei aus 1 cm dicken Blei bestehende Blenden mit genau ausgedrehten Oeffnungen von 3 cm. An diesen Blenden waren mittels Bügeln Holzrahmen befestigt, die die Aufnahme der auf Papprähmchen aufgespannten Metalle ermöglichten. Die Rahmen bestanden aus einem viereckigen Stück Pappe, in dessen Mitte ein Loch von 3,5 cm Durchmesser gestanzt war.

Das durch das Aluminiumfenster eintretende Strahlenbündel musste also immer genau denselben Querschnitt des zu untersuchenden Metalles passieren.

Die Zylinder, die anfangs nicht völlig gasdicht zu erhalten waren, wurden durch Eintauchen in Isoliermasse mit derselben gänzlich überzogen und erwiesen sich alsdann völlig dicht für Saugen und Druck. Reguliert wurde der Druck in denselben vom Ableseplatz aus, von wo aus zugleich Pendelunterbrecher gehandhabt werden konnte und von wo aus auch am Elektrometer abgelesen wurde. Alle Verbindungen zwischen Zylinder und Luftdruck-Regulierungsapparat waren aus Glas zusammengeblasen.

Die Anordnung für die Druckregulierung geht aus der Figur hervor. In dem Druckreservoir B konnte mit einer Pumpe D Luft bis zu ca. 3 Atm. komprimiert werden und durch die Dreiwegehähne E F der Druck in den Zylindern beliebig erhöht werden.

C stellt eine grosse Saugflasche von 5 Liter Inhalt dar, die mittels der Wasserstrahlluftpumpe evakuiert wurde, durch die beiden gleichen Dreiweghähne konnten die Zylinder mit C in Verbindung gesetzt und und somit der Druck in diesen vermindert werden. Auf dem Boden der Saugflasche lag eine Schicht Phosphorpentoxyd und zwischen Zylindern und Dreiwegehähnen war ein grosses Rohr mit Chlorcalcium eingeschaltet.

Auf dem Tisch befand sich gleichzeitig die Schaltvorrichtung für das Elektrometer.

Mit Hilfe der Wippen G wurden die Quadranten gewechselt, mit H konnte einerseits der eine Quadrant mit der Erde, der andere mit T und dadurch mit den oberen Elektroden in Verbindung gesetzt werden, andererseits der eine Quadrant mit der Erde, der andere mit dem später genannten Punkt O verbunden werden.

I bezeichnet ein Trockenelement von 1,4 Volt. R 1 R 2 sind zwei Graphitwiderstände, die weiter unten ausführlicher beschrieben sind, von 26500000 Ohm resp. 293000 Ohm, die mit Hilfe eines Galvanometers gemessen waren. Beim Schliessen dieser Unterbrechungsstelle bei P herrscht also in dem Punkt O das Potential 0,015 Volt.

Mit Hilfe dieser Einrichtung konnte bei jeder Gelegenheit die Empfindlichkeit des Elektrometers kontrolliert werden. Die ganze Schaltanordnung war mit einem zur Erde abgeleiteten Blechkasten und dieser nochmals mit einem mit Watte ausgekleideten Holzkasten zum Schutze gegen Thermoströme umgeben. Die Wippen wurden durch die aus Glasröhren hergestellten Handhaben G 1 und H 1 von aussen gehandhabt. Die Quecksilbergefässe der Wippen G und H wurden folgendermassen hergestellt und isoliert: In einer 2 cm dicken Schicht Isoliermasse waren gefirnisste Reagenzgläser mit aufgesetzten Zapfen, in denen die als Quecksilbergefässe dienenden Glasröhrchen mit eingeschmolzenen Platindrähten sich befanden. Alle Isolationen bestanden aus Isoliermasse oder Schwefel, durch den die Leitungsdrähte durch eingesteckte Glasröhrchen führten.

Das Elektrometer war ein Dolezalek'sches von Mechaniker Barthels in Göttingen mit Bernsteinisolierung. Es wurde mittels Julius'scher Aufhängung montiert, die sich trotz der ungünstigen Lokalverhältnisse sehr gut bewährte. Benutzt wurden Quarzfäden, die mit 10% KOH leitend gemacht waren. Die Nadel wurde immer mit der Lichtleitung auf 220 Volt geladen.

Die Empfindlichkeit des Instruments zeigte sich sehr konstant, was als guten Beweis für die gebliebene Leitfähigkeit des Quarzfadens betrachtet werden kann.

Zum Schutze gegen Zug- und Temperatureinflüsse waren sämtliche Leitungen, sowie das Elektrometer, in Holz eingebaut.

Um eine Aufladung der Quadranten durch von der Lichtleitung herrührende im Tisch ambulierende Ströme zu vermeiden, waren alle Isolatoren, desgleichen die ganze Schaltanordnung mit Stanniol unterlegt und zur Erde abgeleitet.

Herstellung und Bestimmung der Graphitwiderstände.

Auf einer 1 cm breiten und 12 cm langen Mattscheibe wurden untereinander in ca. 2 mm Abstand Bleistiftstriche gezogen und die Scheibe kräftig abgeklopft, um etwa anhaftenden losen Graphit zu entfernen. An den Enden war die Scheibe ca. 1 cm breit zwecks Uebertragung kräftig mit Graphit bestrichen. Auf dieser Mattscheibe wurde eine gewöhnliche gleich grosse Glasplatte gelegt und an den Enden die zwischen Bleifolien eingelegten Zuleitungsdrähte befestigt. Die Enden wurden sodann je in einen gespaltenen Kork gebracht, mit Kupferdraht umwickelt und der ganze Widerstand in ein mit Schellack bestrichenes Glasrohr eingeschoben und die Enden luftdicht mit Siegellack verschlossen. Die freien Enden der Zuleitungsdrähte führten zu isolierten Quecksilbernäpfen.

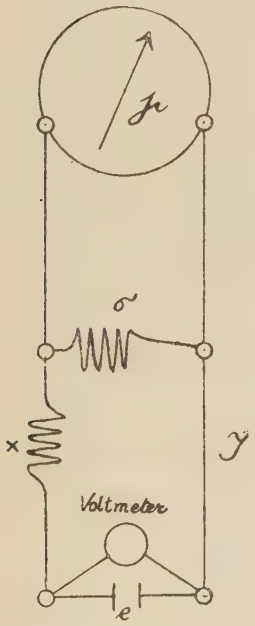
Die Widerstände erwiesen sich sehr konstant gegen äussere Einflüsse, namentlich auch gegen Temperatur.

Bestimmung der Graphitwiderstände.

Die Bestimmung derselben wurde im Bernoullianum mit einem Galvanometer von Edelmann nach unten stehendem Schaltungsschema ausgeführt.

Herrn Professor Dr. Veillon sei an dieser Stelle für die dabei freundlichst gewährte Anleitung und Unterstützung bestens gedankt.

Schaltungsschema



R = Konst. des Galv.
log R = 0,77558—10
$\gamma = 4892$ Ohm

$$J = \frac{e}{x + \frac{1}{\frac{1}{\gamma}+\frac{1}{\sigma}}} = \frac{e}{x + \frac{\gamma\cdot\sigma}{\gamma+\sigma}}$$

$$x = \frac{e}{J} - \frac{\gamma\cdot\sigma}{\gamma+\sigma}$$

Da die zu messenden Widerstände gross waren, konnte der Widerstand des Galvanometers vernachlässigt werden.

Die Widerstände wurden nach den angegebenen Formeln zu folgenden Grössen berechnet:

1. 26479500 Ohm
2. 293650 „

Messungen.

I. Material.

Auf ihre Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen wurden folgende Metalle in der angegebenen Dicke untersucht:

Name und Bezeichnung des Metalls		Dicke in mm	Spec. Dicke d. i. Masse in Gr. pro qcm
Aluminium .	Al 1	0,142	0,03849
	Al 2	0,360	0,09756
	Al 3	0,985	0,2669
Eisen . . .	Fe 1	0,01045	0,00820
	Fe 2	0,02225	0,01745
	Fe 3	0,03075	0,02410
	Fe 4	0,0702	0,05501
	Fe 5	0,1562	0,10840
	Fe 6	0,2075	0,16256
Nickel . . .	Ni 1	0,0105	0,00920
	Ni 2	0,0213	0,01868
	Ni 3	0,0309	0,02702
	Ni 4	0,0223	0,01950
	Ni 5	0,0482	0,04224
	Ni 6	0,0734	0,06424
Kupfer . .	Cu 1	0,00962	0,00861
	Cu 2	0,0199	0,01778
	Cu 3	0,0297	0,02627
	Cu 4	0,0488	0,04363
	Cu 5	0,0981	0,08755
	Cu 6	0,1495	0,13346
Zink . . .	Zu 1	0,00950	0,00676
	Zu 2	0,0191	0,01361
	Zu 3	0,0291	0,02073
	Zu 4	0,0394	0,02811
	Zu 5	0,0774	0,05518
	Zu 6	0,1186	0,08461

Name und Bezeichnung des Metalls			Dicke in mm	Spez. Dicke
Palladium	Pd	1	0,00663	0,00789
	Pd	2	0,01302	0,01551
	Pd	3	0,01968	0,02342
	Pd	4	0,00987	0,01173
	Pd	5	0,01928	0,02296
	Pd	6	0,02870	0,03413
Silber . .	Ag	1	0,01005	0,01056
	Ag	2	0,01880	0,01974
	Ag	3	0,0239	0,02512
Kadmium	Cd	1	0,01086	0,00939
	Cd	2	0,02195	0,01899
	Cd	3	0,02978	0,02576
Zinn . . .	Sn	1	0,01156	0,00843
	Sn	2	0,0231	0,01677
	Sn	3	0,0349	0,02544
	Sn	4	0,0465	0,03390
	Sn	5	0,0566	0,04124
	Sn	6	0,0689	0,05020
	Sn	7	0,0828	0,06031
	Sn	8	0,0943	0,06873
	Sn	9	0,01040	0,07595
	Sn	10	0,01150	0,08381
Platin . .	Pt	1	0,00890	0,01908
	Pt	2	0,01832	0,03933
	Pt	3	0,02665	0,05706
Gold . .	An	1	0,00486	0,00936
	An	2	0,01114	0,02159
	An	3	0,01633	0,03150
Blei . . .	Pb	1	0,01003	0,01138
	Pb	2	0,01329	0,01507
	Pb	3	0,0233	0,02641
	Pb	4	0,0433	0,04913
	Pb	5	0,0838	0,09506
	Pb	6	0,01302	0,14785
	Pb	7	0,1806	0,20500

Als Aluminium wurde gewöhnliches käufliches Blech verwendet, das zu drei verschiedenen Dicken selbst gewalzt und mit der Mikrometerschraube gemessen wurde. Von Zinn wurden Folien, die ebenfalls in Basel von der Firma F. & A. Senglet bezogen waren, verwendet, für grössere Dicken wurden bei sämtlichen Metallen mehrere Folien aufeinandergelegt. Das Staniol zeigte sich bei der chemischen Analyse als bleifrei.

Die übrigen Metalle wurden in den angegebenen Dicken in ausserordentlich liebenswürdiger Weise von der Firma C. W. Heräus in Hanau gewalzt. Das Gold war reines im Vakuum mehrmals destilliertes, die andern Metalle reinste Handelsprodukte und von Heräus bezogen.

Herrn C. W. Heräus sei auch an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen verbindlichst gedankt.

Die spec. Dicke der Bleche, d. h. Masse in gr pro qcm wurde mit Ausnahme von Aluminium folgendermassen bestimmt. Durch Wägen derselben auf beiden Seiten einer $^1/_{10}$ mgr angebenden Ruprecht'schen Wage wurde zunächst das absolute Gewicht der Bleche erhalten. Alsdann wurden dieselben mit Kohle in der üblichen Weise auf Papier abgeklatscht und die Oberfläche durch mehrmaliges Umfahren mit einem Planimeter von Amsler & Laffon aus dem Mittel der Beobachtungen bestimmt. Durch Division des Gewichtes durch die Oberfläche wurde die spec. Dicke ermittelt. Die Dicken sind erhalten aus diesen Zahlen durch Division der spec. Dicke durch die Dichten.

II. Gang der Messungen.

Vor Beginn der eigentlichen Absorptionsmessungen wurde zunächst die Nadel des Elektrometers mittels der Lichtleitung auf $+220$ Volt geladen und die konstante Einstellung derselben abgewartet. Alsdann wurde die Empfindlichkeit des Elektrometers und die Symmetrie der Ausschläge desselben bei Quadrantenwechsel beobachtet.

Beispiele:

1. 3. 7. 05.

Einstellung bei Erdung beider Quadranten		1,5 cm
„ wenn linker Quadrant auf 0,015 Volt		
„ wenn rechter Quadrant geerdet	—	29,8 cm
„ wenn rechter Quadrant auf 0,015 Volt		
„ wenn linker Quadrant geerdet		31,8 cm
Sa.		61,6 cm
Mittel		30,8 cm
Berechnete Nullage also		1,0 cm
Beobachtete „ war		1,5 cm

Die Empfindlichkeit betrug also für 1 cm Ausschlag 0,00049 Volt.

2. 15. 8. 05.

Einstellung bei Erdung beider Quadrantenpaare		9,0 cm
„ wenn linkes Quadrantenpaar geerdet	—	18,8 cm
„ wenn rechtes Quadrantenpaar a. 0,015 Volt		
„ wenn linkes Quadrantenpaar geerdet		37,3 cm
Sa.		56,1 cm
Mittel		28,1 cm
Berechnete Nullage also		9,2 cm
Beobachtete „ war		9,0 cm

Die Empfindlichkeit betrug also für 1 cm Ausschlag 0,00053 Volt.

3. 23. 8. 05.

Einstellung bei Erdung beider Quadrantenpaare		13,5 cm
„ wenn link. Quadrantenpaar auf 0,015 Volt		
„ wenn rechtes Quadrantenpaar geerdet	—	15,2 cm
„ wenn recht. Quadrantenpaar auf 0,015 Volt		
„ wenn linkes Quadrantenpaar geerdet		42,0 cm
Sa.		57,2 cm
Mittel		28,6 cm
Berechnete Nullage also		13,4 cm
Beobachtete „ war		13,5 cm

Die Empfindlichkeit betrug also für 1 cm Ausschlag 0,00052 Volt.

Selbstverständlich wurden vor Beginn jeder Messung sämtliche Hähne zunächst auf ihre Dichtigkeit geprüft. Sodann wurden die beiden unter Elektroden der Zylinder A_l und A_r auf 220 Volt resp. — 220 Volt geladen durch Verbindung mit der Lichtleitung. Dann wurde der Druck in dem Zylinder A_r so reguliert, dass kein Ausschlag beim Bestrahlen mit Röntgen-Strahlen entstand. Um diesen Punkt besser zu erkennen, wurde erst so reguliert, dass ein kleiner positiver und ein kleiner negativer Ausschlag entstand und das Verhältnis der Drucke bei Ausschlag Null aus diesen Drucken und Ausschlägen durch gradlinige Interpolation gewonnen. Dieses wurde bei verschiedenen Drucken in A_l wiederholt. Die angegebenen Ausschläge sind Mittelwerte aus vier bis sechs Bestimmungen.

In den beiden ersten Tabellen sind die Beobachtungen zusammengestellt, die ohne vorgelegte Metallbleche stattfanden. Alsdann wurden gleiche Beobachtungsserien ausgeführt mit Metallblechen, die vor die Zylinder A_l und A_r vorgestellt waren.

In den Tabellen mit vorgelegten Metallblechen sind die zur Kontrolle ausgeführten Nullbeobachtungen beigefügt.

Es folgen jetzt noch die Bezeichnungen der in den nachstehenden Tabellen und Kurven verwendeten Buchstaben. Es sind:

p_1 der Druck in A_l bei negativem Ausschlag

p_2 „ „ „ A_l „ positivem „

μ_1 das Verhältnis des Druckes in A_l zu dem in A_r bei negativem Ausschlag

μ_2 dieselbe Grösse bei positivem Ausschlag

p der mittlere Druck in A_l

μ das durch Interpolation gewonnene Druckverhältnis bei Ausschlag Null

A die Ausschläge am Elektrometer.

Auf den beigelegten Kurvenblättern sind die Drucke als Abscissen und die Druckverhältnisse als Ordinaten aufgetragen.

Nullkurve mit Lampe I.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
6,2	0,667	— 1,0	6,4	0,713	+ 0,9	0,691	6,3	5./XII.
11,8	0,752	— 1,4	11,7	0,818	+ 1,3	0,784	11,75	„
19,5	0,836	— 0,35	20,4	0,889	+ 3,1	0,841	19,95	„
27,0	0,877	— 0,2	27,7	0,899	+ 1,3	0,880	27,35	„
34,4	0,887	— 0,6	34,5	0,923	+ 3,95	0,891	34,45	6./XII.
38,6	0,912	— 0,17	38,7	0,944	+ 2,6	0,914	38,65	„
47,2	0,933	— 1,5	47,2	0,952	+ 1,0	0,944	47,2	„
50,8	0,955	— 0,4	51,4	0,966	+ 0,9	0,958	51,1	„
54,6	0,948	— 1,7	54,7	0,984	+ 1,45	0,967	54,65	„
63,9	0,994	— 0,6	64,2	0,998	+ 0,65	0,996	64,05	„
67,1	1,008	— 0,4	67,2	1,012	+ 1,7	1,009	67,15	„
67,0	1,011	— 0,2	67,0	1,016	+ 1,0	1,012	67,0	7./XII.
73,9	1,004	— 1,7	74,7	1,020	+ 0,85	1,014	74,3	„
76,7	1,022	— 0,4	77,2	1,029	+ 1,1	1,023	76,95	„
82,4	1,030	— 0,4	83,5	1,043	+ 1,1	1,033	82,95	„
88,8	1,033	— 0,8	90,4	1,052	+ 1,1	1,041	89,6	„
95,6	1,044	— 0,6	96,7	1,056	+ 1,25	1,047	95,65	„
100,6	1,053	- 0,4	103,0	1,067	+ 1,7	1,056	102,25	„
100,9	1,054	— 0,3	103,4	1,080	+ 1,0	1,060	102,15	8./XII.
107,1	1,050	— 0,9	111,2	1,090	+ 1,1	1,070	109,15	„
117,8	1,060	— 2,15	121,7	1,095	+ 1,0	1,084	119,75	„
119,1	1,074	— 1,1	122,2	1,101	+ 1,6	1,085	120,65	„
101,8	1,052	— 0,82	103,9	1,073	+ 0,85	1,062	102,85	„
80,3	1,021	— 0,9	78,7	1,046	+ 0,88	1,033	79,5	„
64,5	0,990	— 1,4	64,4	1,034	+ 0,3	1,018	64,45	„
53,3	0,979	— 0,7	53,5	1,011	+ 1,0	0,992	53,4	„
37,35	0,907	— 1,2	37,15	0,981	+ 1,0	0,946	37,25	„

Nullkurve mit Lampe II.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
4,15	0,515	— 2,8	4,15	0,610	+ 2,8	0,563	4,15	11./I.
11,15	0,672	— 2,1	11,15	0,728	+ 1,8	0,685	11,15	„
11,6	0,645	— 4,0	12,05	0,742	+ 1,0	0,723	12,05	„
27,7	0,801	— 2,3	27,8	0,853	+ 5,5	0,816	27,75	„
47,8	0,869	— 1,8	47,6	0,878	+ 1,9	0,875	47,7	12./I.
56,3	—	0	53,6	—	0	0,884	53,6	11./I.
57,4	0,882	— 1,8	59,0	0,907	+ 2,0	0,894	58,2	„
68,7	0,902	— 1,1	68,8	0,912	+ 1,6	0,906	68,75	„
87,25	0,916	— 2,8	87,25	0,944	+ 2,2	0,932	87,25	„
101,2	0,944	— 2,8	101,1	0,963	+ 0,7	0,959	101,15	12./I.
134,9	0,931	— 2,7	134,2	0,939	+ 1,1	0,936	134,55	„
135,1	0,961	— 2,1	135,2	0,973	+ 0,9	0,969	135,15	„

Aluminium.

Vor A_L: 1 Al. Vor A_R: 0.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
29,2	0,899	— 1,3	28,5	0,947	+ 1,0	0,926	28,85	5./III.
44,8	0,975	— 1,1	44,8	0,988	+ 1,1	0,981	44,8	„
58,4	0,992	— 1,5	58,4	1,016	+ 1,0	1,007	58,4	„
69,2	1,020	— 0,7	69,3	1,041	+ 1,6	1,032	69,25	„
79,9	1,032	— 0,5	79,9	1,054	+ 1,3	1,038	79,9	„
99,3	1,061	— 1,1	99,3	1,066	+ 1,7	1,063	99,3	„
				Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.				
58,2	0,915	— 1,9	58,2	0,949	+ 1,5	0,934	58,2	5./III.

Vor A_L: 2 Al. Vor A_R: 0.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
43,7	1,095	— 1,8	43,7	1,134	+ 1,4	1,117	43,7	6./III.
54,35	1,140	— 0,3	54,35	1,150	+ 0,3	1,145	54,35	„
69,7	1,166	— 1,0	69,7	1,184	+ 0 8	1,176	69,7	„
78,2	1,182	— 1,1	78,2	1,200	+ 1,8	1,191	78,2	„
94,4	1,205	— 1,2	94,4	1,221	+ 1,0	1,214	94,4	„
			Vor A_L: 2 Al. Vor A_R: 1 Al.					
52,4	1,023	— 0,7	52,5	1,050	+ 0,7	1,036	52,45	6./III.
60,7	1,044	— 1,0	60,7	1,078	+ 1,6	1.057	60,7	„
71,7	1,066	— 0,8	71,7	1,086	+ 1,5	1,073	71,7	„
79,4	1,102	— 0,9	79,4	1,079	+ 1,0	1,090	79,4	„
93,7	1,093	— 0,8	93,6	1,102	+ 0,7	1,099	93,65	„
			Vor A_L: 3 Al. Vor A_R: 0.					
60,9	1,509	- 1,8	60,9	1,585	+ 1,4	1,552	60,9	5./III.
71,35	1,564	— 1,3	71,35	1,631	+ 2,1	1,590	71,35	„
79,2	1,600	— 0,9	79,2	1,631	+ 1,1	1,614	79,2	„
96,4	1,628	— 1,9	96,4	1,682	+ 2,1	1,654	96,4	„
113,6	1,690	— 1,1	113,5	1,728	+ 2,3	1,702	113,55	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
58,2	0,915	— 1,9	58,2	0,949	+ 1,5	0,934	58,2	5./III.
			Vor A_L: 3 Al. Vor A_R: 2 Al.					
42,8	1,208	— 1,2	42,7	1,237	+ 1,4	1,221	42,75	6./III.
52,3	1,233	— 1,3	52,3	1,260	+ 1,1	1,248	52,3	„
64,5	1,276	— 0,5	64,5	1,291	+ 0,6	1,283	64,5	„
75,4	1,292	— 1,0	75,4	1,326	+ 1,1	1,308	75,4	„
92,5	1,320	— 1,9	92,5	1,331	+ 1,0	1,327	92,5	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					

Dieselben Werte wie bei A_L: 2 Al. A_R: 0.

Eisen (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Fe. Vor A_R: O.					
35,2	1,011	— 0,7	35,2	1,084	+ 0,85	1,044	35,2	23./II.
52,9	1,058	— 0,75	52,9	1,073	+ 1,95	1,065	52,9	„
74,2	1,096	— 1,4	74,0	1,113	+ 1,7	1,105	74,1	„
90,6	1,121	— 1,0	93,0	1,137	+ 1,0	1,129	91,8	„
109,6	1,152	— 0,9	109,5	1,163	+ 1,8	1,158	109,55	„
			Vor A_L: O. Vor A_R: O.					
33,5	0,898	— 1,0	33,5	0,921	+ 1,7	0,906	33,5	23./II.
97,85	0,990	— 0,4	97,15	1,000	+ 1,3	0,993	97,50	„
			Vor A_L: 2 Fe. Vor A_R: 1 Fe.					
41,2	0,972	— 1,6	41,2	1,009	+ 1,2	0,994	41,2	26./II.
60,15	1,050	— 1,0	60,25	1,080	+ 1,6	1,062	60,20	„
78,9	1,063	— 1,3	78,9	1,095	+ 0,8	1,083	78,9	„
97,55	1,085	— 1,5	97,55	1,119	+ 1,6	1,101	97,55	„
112,0	1,097	— 1,8	112,0	1,128	+ 0,9	1,118	112,0	„
			Vor A_L: O. Vor A_R: O.					
43,85	0,875	— 1,3	43,85	0,894	+ 1,2	0,885	43,85	26./II.
			Vor A_L: 3 Fe. Vor A_R: 2 Fe.					
44,0	0,930	— 1,6	44,0	0,985	+ 1,8	0,952	44,0	26./II.
58,0	0,964	— 0,9	58,0	1,001	+ 1,4	0,978	58,0	„
78,2	0,992	— 1,4	78,2	1,035	+ 1,8	1,011	78,2	„
94,45	1,019	— 1,3	94,45	1,055	+ 2,0	1,033	94,55	„
107,75	1,031	— 1,2	107,65	1,060	+ 1,8	1,043	107,7	„
			Vor A_L: O. Vor A_R: O.					
43,85	0,875	— 1,3	43,85	0,894	+ 1,2	0,885	43,85	26./II.

Eisen (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Fe_4. Vor A_R: 0.					
45,1	1,810	— 0,6	45,1	1,840	+ 0,9	1,822	45,1	28./III.
56,0	1,835	— 1,1	56,0	1,916	+ 1,2	1,874	56,0	„
67,95	1,875	— 1,0	67,95	1,912	+ 1,4	1,890	67,95	9./III.
88,55	1,978	— 0,8	88,55	2,011	+ 0,9	1,994	88,55	„
95,65	1,966	— 1,3	95,65	2,022	+ 1,3	1,994	95,65	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
44,7	0,888	— 0,6	44,7	0,994	+ 1,5	0,895	44,7	8./III.
53,55	0,927	— 0,3	53,65	0,935	+ 1,4	0,928	53,60	„
			Vor A_L: Fe_5. Vor A_R: Fe_4.					
50,55	1,295	— 1,3	50,55	1,363	+ 1,0	1,333	50,55	9./III.
62,0	1,313	— 1,1	62,0	1,421	+ 1,0	1,364	62,0	„
74,8	1,349	— 1,0	74,8	1,464	+ 1,5	1,409	74,8	„
89,0	1,443	— 1,0	89,0	1,535	+ 0,9	1,491	89,0	„
95,6	1,486	— 0,6	95,6	1,550	+ 1,3	1,506	95,6	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
53,55	0,888	— 0,6	44,7	0,994	+ 1,5	0,895	44,7	9./III.
95,7	0,957	— 2,0	95,8	0,984	+ 2,5	0,969	95,75	„
			Vor A_L: Fe_6. Vor A_R: Fe_5.					
50,8	1,275	— 0,8	50,8	1,409	+ 1,8	1,316	50,8	9./III.
59,9	1,310	— 0,7	59,9	1,380	+ 1,0	1,339	59,9	„
73,4	1,325	— 1,0	73,4	1,440	+ 1,5	1,371	73,4	„
84,6	1,372	— 0,5	84,6	1,432	+ 1,8	1,385	84,6	„
96,0	1,390	— 1,3	96,0	1,451	+ 0,7	1,430	96,0	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
53,55	0,888	— 0,6	44,7	0,994	+ 1,5	0,895	44,7	9./III.
95,7	0,957	— 2,0	95,8	0,984	+ 2,5	0,969	95,75	„

Nickel (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Ni. Vor A_R: 0.					
59,5	1,136	— 0,8	59,5	1,148	+ 0,4	1,144	59,5	13./III.
69,5	1,156	— 1,1	69,5	1,175	+ 1,7	1,163	69,5	„
80,5	1,169	— 1,1	80,5	1,186	+ 0,6	1,180	80,5	„
90,5	1,188	— 0,7	90,5	1,204	+ 1,9	1,192	90,5	„
99,3	1,196	— 0,6	99,3	1,208	+ 0,7	1,202	99,3	„
			Vor A_L: 2 Ni. Vor A_R: 1 Ni.					
48,7	1,038	— 1,4	48,6	1,058	+ 0,9	1,050	48,65	27./III.
59,3	1,069	— 1,4	59,3	1,096	+ 1,0	1,078	59,3	„
73,8	1,092	— 1,4	73,9	1,101	+ 1,4	1,096	73,85	„
90,6	1,130	— 1,5	90,6	1,132	+ 0,7	1,131	90,6	„
99,9	1,143	— 1,1	100,0	1,153	+ 0,5	1,149	99,95	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
73,8	0,940	— 1,6	73,8	0,952	+ 1,5	0,946	73,8	27./III.
			Vor A_L: 3 Ni. Vor A_R: 2 Ni.					
45,4	0,998	— 1,3	45,3	1,043	+ 1,5	1,019	45,35	27./III.
59,4	1,063	— 0,3	59,4	1,082	+ 1,3	1,067	59,4	„
73,4	1,064	— 1,3	73,4	1,094	+ 0,5	1,075	73,4	„
91,7	1,098	— 0,5	91,7	1,122	+ 1,2	1,105	91,7	„
103,7	1,106	— 1,0	103,6	1,124	+ 0,7	1,116	103,65	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
73,8	0,940	— 1,6	73,8	0,952	+ 1,5	0,046	73,8	27./III.

Nickel (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Ni_4. Vor A_R: 0.					
43,1	1,173	— 1,4	43,1	1,242	+ 1,3	1,209	43,1	26./II.
52,7	1,214	— 1,9	52,6	1,279	+ 1,2	1,254	52,65	„
71,6	1,282	— 1,8	71,6	1,326	+ 1,9	1,310	71,6	„
90,2	1,381	— 1,9	90,2	1,401	+ 1,5	1,392	90,2	„
110,6	1,382	— 1,5	110,7	1,447	+ 2,4	1,407	110,65	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
90,1	0,946	- 0,7	90,1	0,947	+ 1,0	0,947	90,1	26./II.
			Vor A_L: Ni_5. Vor A_R: Ni_4.					
60,5	1,305	— 0,9	60,4	1,332	+ 1,5	1,315	60,45	23./III.
62'2	1,246	— 1,0	62,3	1,326	+ 1,5	1,278	62,25	„
70,9	1,282	— 0,5	70,9	1,282	+ 0,3	1,282	70,9	6./III.
72,8	1,267	— 0,9	72,8	1,313	+ 0,7	1,293	72,8	23./III.
82,4	1,306	— 1,1	82,4	1,326	+ 0,6	1,319	82,4	6./III.
85,8	1,298	— 0,4	85,8	1,360	+ 1,1	1,315	85,8	23./III.
92,5	1,320	— 1,1	92,7	1,400	+ 0,8	1,367	92,6	6./III.
98,9	1,317	— 1,3	99,0	1,356	+ 1,0	1,339	98,95	23./III.
102,3	1,330	— 1,8	102,2	1,371	+ 1,4	1,353	102,25	6./III.
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
72,85	0,944	— 0,4	72,85	0,957	+ 1,5	0,947	72,85	23./III.
102,5	0,970	— 1,3	102,6	0,980	+ 1,2	0,975	102,55	6./III.

Nickel (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Ni_6. Vor A_R: Ni_5.					
42,9	1,016	— 1,5	42,9	1,150	+ 1,0	1,090	42,9	26./II.
58,4	1,100	— 1,4	58,4	1,172	+ 0,7	1,148	58,4	„
79,3	1,160	— 1,4	79,3	1,268	+ 1,7	1,209	79,3	„
94,2	1,210	— 0,8	94,2	1,262	+ 1,4	1,229	94,2	„
112,25	1,221	— 0,9	112,25	1,279	+ 1,3	1,245	112,25	„

Kupfer (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Cu. Vor A_R: 0.					
56,7	1,098	— 1,3	56,7	1,120	+ 0,7	1,112	56,7	7./III.
68,5	1,129	— 0,4	68,5	1,146	+ 1,7	1,132	68,5	„
76,2	1,139	— 1,0	76,2	1,146	+ 0,6	1,143	76,2	„
88,25	1,155	— 1,4	88,25	1,172	+ 1,1	1,165	88,25	„
99,7	1,170	— 1,0	99,8	1,192	+ 1,2	1,180	99,75	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
47,0	0,904	— 0,4	47,1	0,918	+ 0,9	0,910	47,5	7./III.
76,2	0,943	— 1,5	76,2	0,946	+ 1,7	0,946	76,2	„
			Vor A_L: 2 Cu. Vor A_R: 0.					
44,7	1,261	— 0,8	44,6	1,299	+ 1,4	1,275	44,65	8./III.
57,9	1,296	— 1,0	57,9	1,321	+ 1,3	1,307	57,9	„
69,4	1,314	— 1,3	69,4	1,348	+ 1,0	1,323	69,4	„
91,1	1,368	— 1,1	91,1	1,393	+ 0,9	1,382	91,1	„
103,8	1,373	— 0,7	103,8	1,398	+ 0,8	1,385	103,8	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
44,6	0,883	— 1,7	44,6	0,908	+ 1,0	0,899	44,6	8./III.

Kupfer (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 2 Cu. Vor A_R: 1 Cu.					
56,8	1,082	— 0,8	56,8	1,100	+ 0,9	1,090	56,8	7./III.
66,6	1,104	— 0,3	66,6	1,116	+ 0,5	1,108	66,6	„
79,6	1,120	— 1,2	79,6	1,150	+ 1 6	1,133	79,6	„
90,7	1,142	— 0,6	90,7	1,161	+ 1,2	1,148	90,7	„
99,5	1,150	— 0,9	99,6	1,174	+ 1,3	1,160	99,55	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Nullwerte wie bei A_L: 1 Cu. A_R: 0.					
			Vor A_L: 3 Cu. Vor A_R: 0.					
43,5	1,443	— 1,4	43,5	1,499	+ 1,6	1,469	43,5	8./III.
58,3	1,485	— 1,2	58,3	1,536	+ 1,5	1,508	58,3	„
70,6	1,548	— 0,6	70,6	1,587	+ 2,2	1,556	70,6	„
92,7	1,586	— 1,2	92,7	1,630	+ 1,6	1,609	92,7	„
103,8	1,616	— 1,1	103,8	1,664	+ 1,8	1,634	103,8	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
44,6	0,883	— 1,7	44,6	0,908	+ 1,0	0,899	94,6	8./III.
			Vor A_L: 3 Cu. Vor A_R: 2 Cu.					
47,3	1,041	— 0,5	47,2	1,063	+ 1,2	1,047	47,25	8./III.
63,1	1,063	— 0,9	61,1	1,090	+ 1,2	1,075	63,1	„
76,2	1,091	— 0,6	76,2	1,101	+ 0,8	1,095	76,2	„
85,5	1,102	— 1,3	85,8	1,106	+ 0,7	1,105	85,65	„
99,4	1,136	— 0,2	99,4	1,142	+ 1,0	1,139	99,4	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Nullwerte wie bei A_L: 1 Cu. A_R: 0.					

Kupfer (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Cu_4. Vor A_R: 0.					
34,0	1,978	— 0,9	35,6	2,055	+ 1,0	2,028	34,8	1./II.
60,5	1,905	— 0,8	60,6	2,011	+ 0,8	1,958	60,55	29./I.
61,7	2,060	— 0,9	61,8	2,184	+ 1,0	2,119	61,75	1./II.
74,9	—	0	74,9	—	0	2,080	74,9	29./I.
91,6	1,995	— 1,25	91,5	2,179	+ 2,0	2,066	91,55	„
105,05	2,285	— 1,7	104,9	2,350	+ 1,7	2,317	105,0	1./II.
112,5	2,110	— 0,8	112,3	2,170	+ 0,9	2,138	112,4	„
			Vor A_L: Cu_5. Vor A_R: 1 Cu_4.					
29,75	1,333	— 1,0	29,95	1,505	+ 0,5	1,448	29,85	1 /II.
61,0	1,469	— 1,0	60,8	1,558	+ 0,5	1,528	60,9	29./I.
63,2	1,585	— 1,1	63,3	1,635	+ 0,9	1,612	63,25	1./II.
74,9	1,630	— 1,0	74,9	1,650	+ 1,2	1,639	74,9	29./I.
91,8	1,535	— 1,1	91,7	1,615	+ 0,9	1,579	91,75	„
111,6	1,595	— 0,9	111,3	1,687	+ 1,3	1,632	111,45	„
112,8	1,708	— 1,4	112,7	1,707	+ 0,6	1,735	112,75	„
			Vor A_L: Cu_6. Vor A_R: Cu_5.					
36,2	1,307	— 1,3	36,2	1,377	+ 1,1	1,343	36,2	1./II.
36,65	1,212	— 1,4	36,45	1,375	+ 0,6	1,326	36,55	„
63,5	1,360	— 1,2	63,1	1,402	+ 0,6	1,388	63,3	„
74,7	1,390	— 1,2	74,7	1,467	+ 1,3	1,427	74,7	„
106,3	1,420	— 1,4	102,9	1,506	+ 0,6	1,480	104,6	„

Kupfer (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Cu_4. Vor S_R: Sn_4					
49,45	0,870	— 0,4	49,35	0,872	+ 0,2	0,871	49,40	3./II.
45,3	0,875	— 0,2	45,1	0,900	+ 0,4	0,884	45,2	2./II.
45,25	—	0	45,25	—	0	0,888	45,25	„
56,3	0,844	— 2,0	56,1	0,918	+ 1,3	0,889	56,2	„
56,3	—	0	56,3	—	0	0,870	56,3	„
63,4	0,903	— 1,5	63,2	0,921	+ 0,9	0,911	63,2	3./II.
76,9	0,932	— 0,45	76,9	0,968	+ 0,8	0,945	76,9	„
99,0	0,943	— 1,0	99,1	0,993	+ 0,4	0,979	99,05	„
102,8	0,965	— 0,3	102,8	0,978	+ 1,1	0,973	102,8	„
103,0	—	0	103,0	—	0	0,973	103,0	„
			Vor A_L: Cu_5. Vor A_R: Sn_7.					
50,85	0,900	— 1,4	50,65	1,000	+ 1,9	0,942	50,75	5./II.
67,0	0,933	— 1,7	67,0	1,008	+ 0,2	0,975	67,0	„
89,4	—	0	89,4	—	0	0,987	89,4	3./II.
102,5	—	0	102,5	—	0	1,010	102,5	„
107,1	0,989	— 1,6	107,1	1,009	+ 0,7	1,003	107,1	5./II.
108,5	0,971	— 1,6	108,6	0,981	+ 1,2	0,977	108,5	„
110,6	0,015	— 0,3	111,0	1,018	+ 0,5	1,016	110,8	3./II.
			Vor A_L: Cu_6. Vor A_R: Sn_{10}.					
65,5	—	0	65,5	—	0	0,965	65,5	6./II.
65,65	0,944	— 0,3	65,65	0,968	+ 1,7	0,951	65,65	„
66,9	0,932	— 0,8	66,9	1,026	+ 0,3	0,968	66,9	„
82,4	0,957	— 1,2	82,4	1,000	+ 1,0	0,980	82,4	„
108,5	0,993	— 1,1	108,5	1,010	+ 0,75	1,003	108,5	„

Zink (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Zn. Vor A_R: 0.					
55,05	1,122	— 1,2	54,95	1,134	+ 1,0	1,129	55,0	10./III.
62,2	1,137	— 0,5	62,2	1,144	+ 0,3	1,142	62,2	„
74,1	1,131	— 1,1	74,1	1,143	+ 1,2	1,137	74,1	„
91,0	1,170	— 1,3	91,0	1,184	+ 0,7	1,179	91,0	„
101,8	1,215	— 1,5	101,8	1,221	+ 1,8	1,218	101,8	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
73,9	0,954	— 0,6	71,9	0,960	+ 1,1	0,956	73,9	10./III.
			Vor A_L: 2 Zn. Vor A_R: 0.					
49,1	1,277	— 1,18	49,1	1,297	+ 1,1	1,289	49,1	12./III.
58,8	1,304	— 1,2	58,8	1,327	+ 1,4	1,314	58,8	„
70,2	1,350	— 0,6	70,2	1,365	+ 2,4	1,353	70,2	„
81,5	1,367	— 1,8	81,5	1,373	+ 0,3	1,372	81,5	„
94,8	1,410	— 1,3	94,9	1,421	+ 1,6	1,415	94,85	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
79,8	0,970	— 0,2	79,8	0,972	+ 0,4	0,971	79,8	12./III.
96,5	0,994	— 0,5	96,3	1,003	+ 2,7	0,995	96,4	„
			Vor A_L: 2 Zn. Vor A_R: 1 Zn.					
44,3	1,062	— 1,1	44,0	1,080	+ 1,3	1,068	44,15	12./III.
56,7	1,092	— 0,8	56,4	1,108	+ 1,14	1,098	46,55	„
69,0	1,117	— 1,0	68,8	1,138	+ 2,1	1,124	68,9	„
80,8	1,145	— 0,8	80,8	1,155	+ 1,3	1,149	80,8	„
96,0	1,171	0,7	96,0	1,184	+ 2,5	1,174	96,0	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
96,5	0,994	— 0,5	96,3	1,003	+ 2,7	0,995	96,4	12. III.

Zink (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 3 Zn. Vor A_R: 0.					
59,2	1,476	— 1,2	59,2	1,506	+ 1,5	1,489	59,2	13./III.
68,1	1,497	0,5	68,1	1,510	+ 0,8	1,502	68,1	„
77,5	1,520	— 1,4	77,5	1,550	+ 1,6	1,534	77,5	„
87,3	1,548	— 1,4	87,2	1,563	+ 0,7	1,558	87,25	„
101,0	1,579	— 1,1	101,0	1,603	+ 1,3	1,590	101,0	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
75,3	0,968	— 1,8	75,3	0,973	+ 0,8	0,971	75,3	13./III.
			Vor A_L: 3 Zn. Vor A_R: 2 Zn.					
45,6	1,040	— 1,2	45,5	1,062	+ 1,2	1,051	45,55	12./III.
56,1	1,066	— 0,5	56,1	1,084	+ 1,4	1,071	56,1	„
68,3	1,084	— 1,7	68,3	1,108	+ 1,6	1,096	68,3	„
79,6	1,113	— 1,3	79,6	1,131	+ 1,7	1,121	79,6	„
95,0	1,133	— 1,1	94,9	1,146	+ 0,8	1,140	94,95	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
79,8	0,970	— 0,2	79,8	0,972	+ 0,4	0,971	79,8	12./III.
96,5	0,994	— 0,5	96,3	1,003	+ 2,7	0,995	96,4	„

Zink (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Zn_4. Vor A_R: 0.					
53,9	1,587	— 1,9	53,9	1,635	+ 1,5	1,606	53,9	7./III.
64,1	1,620	— 1,0	64,1	1,660	+ 0,9	1,643	64,1	„
73,7	1,655	— 1,2	73,7	1,690	+ 1,1	1,670	73,7	„
88,0	1,673	— 0,8	87,9	1,718	+ 1,7	1,692	87,95	„
98,1	1,690	— 1,2	98,5	1,715	+ 0,6	1,708	98,3	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
54,1	0,914	— 1,9	53,8	0,939	+ 1,1	0,930	53,95	7./III.
87,9	0,957	— 1,0	87,9	0,968	+ 1,1	0,962	87,9	„
			Vor A_L: Zn_5. Vor A_R: Zn_4.					
62,3	1,370	— 0,3	62,3	1,423	+ 1,3	1,392	62,3	7./III.
70,95	1,382	— 0,8	70,95	1,445	+ 1,3	1,409	70,95	„
87,9	1,446	— 0,3	87,9	1,475	+ 1,2	1,452	87,9	„
96,0	1,445	— 0,5	96,1	1,482	+ 0,4	1,470	96,05	„
104,6	1,475	— 0,4	104,5	1,508	+ 1,8	1,481	104,55	„

Es gelten dieselben Nullwerte wie in der vorhergehenden Tabelle.

			Vor A_L: Zn_6. Vor A_R: Zn_5.					
71,75	1,203	— 1,0	51,75	1,232	+ 0,4	1,224	51,75	7./III.
62,5	1,273	— 0,6	62,5	1,289	+ 0,6	1,281	62,5	„
74,5	1,273	— 0,7	74,5	1,309	+ 0,8	1,290	74,5	„
90,4	1,310	— 0,7	90,4	1,342	+ 1,0	1,323	90,4	„
101,6	1,326	— 0,7	101,6	1,354	+ 1,1	1,337	101,6	„

Es gelten dieselben Nullwerte wie in der vorhergehenden Tabelle.

Palladium (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Pd. Vor A_R: 0.					
48,1	1,143	— 0,9	48,1	1,159	+ 1,0	1,152	48,1	15./III.
60,0	1,168	1,5	60,0	1,193	+ 0,7	1,183	60,0	„
73,8	—	0	73,8	—	0	1,206	73,8	„
88,0	1,215	— 1,7	88,8	1,221	+ 1,2	1,219	88,4	„
105,6	1,239	— 1,5	105,6	1,259	+ 0,7	1,252	105,6	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
73,8	0,965	— 1,1	73,7	1,005	+ 2,2	0,978	73,75	15./III.
75,4	0,946	— 1,0	75,4	0,955	+ 2,0	0,952	75,4	„
75,4	0,948	— 0,8	75,4	0,957	+ 1,2	0,952	75,4	„
			Vor A_L: 2 Pd. Vor A_R: 0.					
48,8	1,389	— 1,6	48,9	1,434	+ 1,3	1,413	48,85	15./III.
60,3	1,412	— 2,4	60,3	1,450	+ 0,8	1,441	60,3	„
72,7	1,470	— 0,3	72,7	1,490	+ 1,4	1,474	72,7	„
89,7	1,493	— 1,4	89,7	1,508	+ 1,2	1,501	89,7	„
105,8	1,514	— 0,6	105,9	1,526	+ 0,9	1,520	105,85	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Dieselben Werte wie bei A_L: 1 Pd. A_R: 0.					
			Vor A_L: 2 Pd. Vor A_R: 1 Pd.					
46,7	1,086	— 1,7	46,6	1,128	+ 1,7	1,107	46,65	15./III.
60,2	1,134	— 0,4	60,2	1,150	+ 1,2	1,138	60,2	„
75,6	1,165	— 0,3	75,6	1,168	+ 0,6	1,166	75,6	„
91,2	1,181	— 0,5	91,2	1,213	+ 1,8	1,190	91,2	„
108,9	1,207	— 0,9	108,8	1,217	+ 0,4	1,214	108,85	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Dieselben Werte wie bei A_L: 1 Pd. A_R: 0.					

Palladium (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 3 Pd. Vor A_R: 2 Pd.					
47,2	1,083	- 0,8	47,2	1,123	+ 0,7	1,103	47,2	15./III.
61,1	1,107	— 1,0	61,1	1,134	+ 1,2	1,119	61,1	„
75,7	1,137	— 0,4	75,7	1,157	+ 0,5	1,148	75,7	„
90,1	1,161	— 0,8	90,1	1,193	+ 2,4	1,169	90,1	„
109,3	1,174	— 1,1	109,2	1,201	+ 1,2	1,188	109,25	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Dieselben Werte wie bei A_L: 1 Pd. A_R: 0.					

Palladium (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Pd_4. Vor A_R: 0.					
50,6	1,250	— 1,6	50,6	1,302	+ 0,9	1,283	50,6	2./III.
60,5	1,270	— 1,7	60,5	1,335	+ 1,3	1,307	50,5	„
71,7	1,308	— 1,1	71,7	1,337	+ 0,8	1,325	71,7	„
78,4	1,318	— 1,0	78,4	1,400	+ 1,3	1,354	78,4	„
95,4	1,342	— 1,7	95,4	1,382	+ 1,4	1,364	95,4	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
50,5	0,918	— 0,4	50,5	0,943	+ 2,0	0,922	50,5	2./III.
95,2	0,972	— 0,9	95,2	0,978	+ 0,8	0,975	95,2	„

Paladium (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Pd_5. Vor A_R: Pd_4.					
53,1	1,222	— 0,9	53,1	1,258	+ 0,3	1,249	53,1	2./III.
60,3	1,241	— 1,5	60,3	1,278	+ 1,0	1,263	60,3	„
72,1	1,278	— 0,7	72,1	1,293	+ 1,3	1,283	72,1	„
77,7	1,266	— 1,5	77,6	1,313	+ 1,2	1,292	77,65	„
95,3	1,298	— 1,3	95,3	1,341	+ 1,8	1,316	95,3	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Dieselben Werte wie bei A_L: 1 Pd. A_R: 0.					
			Vor A_L: Pd_6. Vor A_R: Pd_5.					
53,1	1,215	— 1,1	51,1	1,263	+ 1,4	1,236	53,1	2./III
62,4	1,246	— 1,1	62,4	1,274	+ 0,8	1,262	62,4	„
72,6	1,270	— 0,8	72,6	1,305	+ 1,8	1,281	72,6	„
77,7	1,279	— 1,0	77,7	1,311	+ 1,3	1,293	77,7	„
95,4	1,306	— 0,8	95,3	1,131	+ 2,0	1,313	95,35	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Dieselben Werte wie bei A_L: 1 Pd. A_R: 0.					

Silber.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Ag. Vor A_R: 0.					
42,4	1,162	— 1,4	42,4	1,201	+ 1,3	1,181	42,4	1./III.
56,3	1,212	1,9	56,3	1,242	+ 1,4	1,229	56,3	„
70,6	1,254	— 0,9	70,6	1,272	+ 1,1	1,267	70,6	„
90,25	1,272	— 1,8	90,25	1,302	+ 1,4	1,289	90,25	„
101,3	1,287	— 1,9	101,3	1,309	+ 1,9	1,302	101,3	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
44,5	0,887	- 1,7	44,5	0,921	+ 1,4	0,906	44,5	3./III.
56,3	0,892	— 0,5	56,3	0,914	+ 1,9	0,897	56,3	„
			Vor A_L: 2 Ag. Vor A_R: 1 Ag.					
43,4	1,129	— 0,8	43,5	1,150	+ 1,1	1,138	43,45	1./III.
58,4	1,145	— 1,6	58,4	1,188	+ 1,2	1,170	58,4	„
70,25	1,167	— 1,8	70,25	1,196	+ 0,6	1,189	70,25	„
91,0	1,216	— 0,5	91,0	1,235	+ 1,6	1,221	91,0	„
101,1	1,221	— 1,3	101,1	1,255	+ 1,5	1,237	101,1	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
44,5	0,887	— 1,7	44,5	0,921	+ 1,4	0,906	44,5	1./III.
56,3	0,892	— 0,5	56,3	0,914	+ 1,9	0,897	56,3	„
			Vor A_L: 3 Ag. Vor A_R: 2 Ag.					
44,6	0,995	— 0,9	44,6	1,026	+ 1,6	1,006	44,6	3./III.
56,9	1,005	— 0,6	56,9	1,035	+ 1,5	1,014	56,9	„
70,1	1,040	— 2,0	70,1	1,081	+ 1,7	1,062	70,1	„
88,6	1,075	— 0,7	88,6	1,101	+ 1,2	1,085	88,6	„
98,9	1,091	— 0,5	98,9	1,103	+ 1,1	1,095	98,9	„

Cadmium.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Cd. Vor A_R: 0.					
54,9	1,182	— 0,2	54,9	1,187	+ 1,1	1,183	54,9	21./II.
72,2	1,202	— 1,0	72,2	1,222	+ 0,6	1,215	72,2	„
78,7	1,215	— 0,8	78,7	1,229	+ 1,1	1,221	78,7	„
94,2	1,242	— 1,4	94,2	1,255	+ 1,4	1,248	94,2	„
114,9	1,278	— 1,2	114,7	1,296	+ 1,1	1,287	114,8	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
86,0	0,964	- 0,85	86,0	0,972	+ 0,7	0,968	86,0	21./II.
108,5	0,988	— 0,1	108,4	0,989	+ 1,1	0,988	108,45	„
			Vor A_L: 2 Cd. Vor A_R: 0.					
49,2	1,460	— 1,1	49,2	1,489	+ 0,9	1,476	49,2	22./II.
60,2	1,485	— 1,3	60,2	1,517	+ 0,9	1,498	60,2	„
81,35	1,522	— 2,0	81,35	1,550	+ 0,9	1,538	81,35	„
97,15	1,545	— 0,6	97,15	1,599	+ 1,7	1,559	97,15	„
111,1	1,582	— 1,2	111,3	1,624	+ 1,2	1,603	111,2	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
97,15	0,967	— 1,4	97,15	0,986	+ 1,1	0,978	97,15	22./II.
109,1	0,983	— 1,1	109,6	1,003	+ 1,5	0,994	109,35	„

Cadmium.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 2 Cd. Vor A_R: 1 Cd.					
38,6	1,133	— 1,2	38,7	1,162	+ 1,35	1,147	38,65	22./II.
50,0	1,172	— 0,95	50,0	1,196	+ 1,4	1,182	50,0	„
63,9	1,172	— 0,8	63,9	1,200	+ 0,7	1,187	63,9	„
79,2	1,200	— 1,1	79,4	1,239	+ 1,95	1,214	79,3	„
109,9	1,250	— 1,4	109,8	1,268	+ 1,35	1,258	109,85	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
97,15	0,967	— 1,4	97,15	0,986	+ 1,1	0,978	97,15	22./II
109,1	0,983	— 1,1	109,6	1,003	+ 1,5	0,994	109,35	„
			Vor A_L: 3 Cd. Vor A_R: 2 Cd.					
53,8	1,057	— 1,3	53,9	1,110	+ 1,1	1,086	53,85	22./II.
71,0	1,095	— 1,7	71,0	1,132	+ 1,05	1,118	71,0	"
96,9	1,122	— 1,6	97,0	1,152	+ 0,8	1,142	99,95	"
107,85	1,131	— 1,15	107,65	1,159	+ 0,65	1,149	107,75	"
								"
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
97,15	0,967	— 1,4	97,15	0,986	+ 1,1	0,978	97,15	22./II.
109,1	0,983	— 1,1	109,6	1,003	+ 1,5	0,994	109,35	„

Zinn.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Sn. Vor A_R: 0.					
12,7	—	0	12,7	—	0	0,948	12,7	20./I.
30,7	1,049	— 1,6	30,7	1,108	+ 0,7	1,090	30,7	27./I.
37,3	1,069	— 0,8	37,3	1,100	+ 1,0	1,082	37,3	20./I.
52,6	1,114	— 0,4	52,2	1,137	+ 0,8	1,122	52,4	„
66,5	—	0	66,5	—	0	1,150	66,5	„
107,5	—	0	107,5	—	0	1,194	107,5	„
			Vor A_L: 2 Sn. Vor A_R: 0.					
20,1	1,172	- 0,9	20,0	1,235	+ 0,4	1,216	20,05	20./I.
48,55	1,343	— 0,2	48,55	1,369	+ 0,7	1,349	48,55	22./I.
73,1	—	0	73,1	—	0	1,409	73,1	23./I.
99,05	1,428	- 0,6	99,05	1,466	+ 1,1	1,442	99,05	22./I.
118,55	1,453	— 1,2	118,65	1,466	+ 0,8	1,461	118,6	20./I.
			Vor A_L: 2 Sn. Vor A_R: 1 Sn.					
18,4	0,944	— 0,7	18,4	0,984	+ 0,2	0,977	18,4	26 /I.
18,4	0,944	— 0,7	17,5	1,064	+ 1,1	0,994	17,95	„
20,5	0,956	— 1,2	20,6	1,054	+ 0,6	1,021	20,55	25./I.
30,6	1,045	— 1,4	30,6	1,104	+ 1,0	1,079	30,6	„
44,6	1,068	— 1,9	44,6	1,129	+ 1,1	1,060	44,6	„
64,9	1,119	— 1,5	64,8	1,163	+ 1,0	1,145	64,85	„
89,05	1,169	— 1,3	89,05	1,210	+ 1,2	1,190	89,05	„
119,1	1,201	— 0,55	119,1	1,214	+ 0,25	1,210	119,1	„

Zinn.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 3 Sn. Vor A_R: 2 Sn.					
20,2	1,000	— 1,3	20,1	1,069	+ 1,0	1,039	20,15	22./I.
26,6	—	0	26,6	—	0	1,015	26,6	25./I.
26,5	0,978	— 0,8	26,7	1,057	+ 1,0	1,013	26,6	„
29,3	1,007	— 1,4	29,4	1,057	+ 1,0	1,036	29,35	24./I.
30,4	1,033	— 1,3	30,4	1,113	+ 1,1	1,073	30,4	27./I.
42,1	1,085	— 1,1	42,0	1,168	+ 1,4	1,117	42,05	22./I.
46,0	1,085	— 0,2	46,0	0,109	+ 0,4	1,093	46,0	25./I.
62,65	1,076	— 1,8	62,55	0,105	+ 1,4	1,091	62,60	24./I.
			Vor A_L: 3 Sn. Vor A_R: 2 Sn.					
63,85	—	0	63,85	—	0	1,139	63,85	22./I.
73,9	—	0	73,9	—	0	1,159	73,9	25./I.
73,9	1,117	— 1,5	73,9	1,181	+ 0,8	1,159	73,9	„
85,4	1,125	— 1,6	85,5	1,178	+ 1,8	1,150	85,45	24./I.
87,3	1,149	— 1,7	87,3	1,174	+ 0,5	1,168	87,3	22./I.
100,6	1,186	— 0,3	100,5	1,205	+ 0,5	1,193	100,55	25./I.
112,05	1,162	— 1,6	111,65	1,202	+ 1,2	1,185	111,85	22./I.
119,5	1,181	— 0,8	119,5	1,204	+ 0,5	1,197	119,5	25./I.
			Vor A_L: 4 Sn. Vor A_R: 3 Sn.					
23,8	1,033	— 1,4	24,0	0,976	+ 1,6	1,003	23,9	22./I.
30,3	1,000	— 1,6	30,2	1,052	+ 0,5	1,039	30,25	27./I.
40,2	1,008	— 2,6	40,0	1,103	+ 1,45	1,069	40,01	23./I.
40,7	1,046	— 1,0	40,8	1,104	+ 0,8	1,078	40,75	„
60,7	1,100	— 0,35	60,7	1,163	+ 1,8	1,109	60,7	„
83,35	1,132	— 0,2	83,35	1,162	+ 1,0	1,137	83,35	„
94,7	1,131	— 1,4	94,7	1,182	+ 1,5	1,156	94,7	„
113,3	1,157	— 0,5	113,5	1,210	+ 2,0	1,173	113,4	„

Zinn.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
Vor A_L: 5 Sn. Vor A_R: 4 Sn.								
24,5	0,878	— 1,4	24,3	0,982	+ 0,55	0,953	24,4	23./I.
30,05	1,000	— 1,0	30,05	1,048	+ 1,0	1,024	30,05	27./I.
41,1	0,989	— 2,1	40,9	1,076	+ 2,1	1,023	41,0	23./I.
58,7	1,032	— 2,1	58,7	1,120	+ 1,8	1,079	58,7	„
92,6	1,098	— 1,6	92,6	1,135	+ 1,3	1,118	92,6	„
106,35	1,101	— 1,7	106,15	1,135	+ 1,3	1,120	106,25	„
Vor A_L: 6 Sn. Vor A_R: 5 Sn.								
23,6	0,967	— 1,1	23,6	1,039	+ 0,5	1,016	23,6	26./I.
29,9	1,000	— 1,1	29,9	1,092	+ 1,0	1,046	29,9	27./I.
43,2	1,019	— 1,2	43,2	1,088	+ 0,4	1,071	43,2	26./I.
60,5	—	0	60,5	—	0	1,110	60,5	„
80,4	1,117	— 1,1	80,4	1,147	+ 0,7	1,135	80,4	27./I.
119,0	—	0	119,0	—	0	1,155	119,0	26./I.
Vor A_L: 7 Sn. Vor A_R: 6 Sn.								
23,4	0,922	— 1,4	23,4	1,005	+ 0,5	0,982	23,4	26./I.
30,9	1,020	— 1,1	30,9	1,078	+ 0,6	1,057	30,9	27./I.
31,5	0,988	— 1,3	31,4	1,092	+ 0,7	1,055	31,45	„
38,65	1,033	— 1,2	38,55	1,121	+ 0,8	1,086	38,60	„
80,35	1,120	— 1,4	80,35	1,144	+ 0,9	1,134	80,35	„
115,4	—	0	115,4	—	0	1,186	115,4	26./I.

Zinn.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 8 Sn. Vor A_R: 7 Sn.					
18,8	0,812	− 0,75	18,7	1,022	+ 0,7	0,920	18,75	26./I.
31,2	0,964	— 1,1	31,3	1,011	+ 1,3	0,986	31,25	27./I.
41,5	1,004	— 0,5	41,5	1,061	+ 1,0	1,023	41,5	26./I.
45,7	1,000	— 1,3	45,9	1,029	+ 0,15	1,026	45,8	"
51,55	1,018	— 1,0	51,55	1,063	+ 0,8	1,043	51,55	"
60,65	—	0	60,65	—	0	1,040	60,65	"
87,7	1,022	— 1,9	87,7	1,117	+ 0,8	1,089	87,7	"
116,4	1,091	— 1,0	116,0	1,100	+ 0,4	1,097	116,2	"
			Vor A_L: 9 Sn. Vor A_R: 8 Sn.					
45,2	0,978	− 0,9	45,1	1,078	+ 0,9	1,028	45,15	9./II.
61,7	1,010	— 0,9	61,7	1,081	+ 1,0	1,044	61,7	"
82,7	1,048	— 0,4	82,7	1,097	+ 1,0	1,062	82,7	"
105,4	1,050	− 0,5	105,1	1,083	+ 1,0	1,061	105,25	"
			Vor A_L: 10 Sn. Vor A_R: 9 Sn.					
44,8	1,014	— 1,2	45,0	1,122	+ 0,9	1,062	44,9	9./II.
61,7	1,049	— 1,1	61,9	1,124	+ 1,0	1,093	61,8	"
82,7	—	0	82,7	—	0	1,110	82,7	"
104,8	1,094	— 1,9	104,7	1,147	+ 0,9	1,130	104,75	"

Die zu sämtlichen Sn-werten gemachten Nullbeobachtungen sind in der Tabelle auf Seite 26 enthalten.

Platin.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
Vor A_L: 1 Pt. Vor A_R: 0.								
56,1	1,940	— 1,6	56,1	2,040	+ 0,8	2,006	56,1	1./III.
60,3	2,031	— 1,5	60,3	2,095	+ 1,4	2,064	60,3	13./III.
70,65	2,044	— 1,3	70,65	2,100	+ 1,3	2,072	70,65	1./III.
77,8	2,041	— 1,2	77,8	2,086	+ 0,6	2,071	77,8	„
79,7	2,100	— 1,0	79,7	2,170	+ 2,0	2,123	79,7	13./III.
87,2	2,070	— 1,8	87,2	2,152	+ 1,5	2,115	87,2	1./III
98,4	2,128	— 1,7	98,5	2,165	+ 2,2	2,194	98,45	„
Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.								
44,5	0,887	— 1,7	44,5	0,921	+ 1,4	0,906	44,5	1./III.
75,7	0,960	— 1,3	75,7	0,988	+ 2,1	0,971	75,7	13./III.
Vor A_L: 2 Pt. Vor A_R: 1 Pt.								
56,95	1,533	— 1,1	57,75	1,602	+ 0,5	1,581	57,35	2./III.
69,5	1,607	— 0,7	69,5	1,683	+ 1,5	1,631	69,5	„
74,0	1,563	— 1,9	74,0	1,669	+ 0,9	1,635	74,0	„
86,8	1,640	— 1,5	86,8	1,735	+ 1,6	1,686	86,8	„
107,0	1,730	— 0,8	106,9	1,783	+ 1,7	1,747	106,95	„
Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.								
69,2	0,939	— 1,1	69,3	0,959	+ 1,0	0,947	69,25	2./III.
50,5	0,918	— 0,4	50,5	0,943	+ 2,0	0,922	50,5	„

Platin.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 3 Pt. Vor A_R: 2 Pt.					
50,25	1,212	— 1,1	50,25	1,372	+ 0,9	1,300	50,25	2./III.
56,0	1,290	— 1,2	56,0	1,378	+ 0,8	1,343	56,0	„
71,3	1,278	— 0,6	71,3	1,389	+ 0,4	1,311	71,3	„
89,0	1,213	— 2,0	89,4	1,389	+ 0,9	1,335	89,2	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
			Es gelten die Nullwerte wie bei A_L: 1 Pt. A_R: 0.					

Gold.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 1 Au. Vor A_R: 0.					
34,0	1,267	1,8	34,1	1,378	+ 1,5	1,328	34,5	27./II.
49,55	1,404	- 1,1	49,55	1,471	+ 0,9	1,441	49,55	23./II.
60,3	1,456	— 1,7	60,4	1,492	+ 0,9	1,480	60,35	13./III.
73,0	1,462	— 1,2	73,0	1,510	+ 1,35	1,485	73,0	23./II.
79,7	1,500	— 1,4	79,7	1,528	+ 1,2	1,515	79,7	13./III.
97,2	1,530	— 0,04	97,1	1,552	+ 1,0	1,536	97,15	23./II.

Gold.

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: 2 Au. Vor A_R: 1 Au.					
34,1	1,131	— 1,6	34,1	1,170	+ 1,0	1,155	34,1	27./II.
46,9	1,209	— 1,4	47,0	1,265	+ 1,0	1,242	46,95	„
65,2	1,332	— 0,5	65,2	1,385	+ 1,8	1,344	65,2	„
77,5	1,350	— 0,96	77,5	1,394	+ 1,1	1,370	77,5	„
107,5	1,424	— 0,6	107,4	1,473	+ 1,0	1,441	107,45	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
73,3	0,927	— 1,9	73,3	0,945	+ 1,2	0,938	73,3	27./II.
			Vor A_L: 3 Au. Vor A_R: 2 Au.					
62,4	1,185	— 0,7	62,4	1,235	+ 1,1	1,204	62,4	27./II.
64,75	1,248	— 0,8	64,75	1,295	+ 1,1	1,268	64,75	13./III.
67,65	1,192	— 1,1	67,65	1,227	+ 0,7	1,213	67,65	27./II.
73,3	1,176	— 0,8	73,3	1,256	+ 1,4	1,205	73,3	„
74,9	1,212	— 0,8	74,8	1,238	+ 1,0	1,224	75,85	4./III.
90,7	1,240	— 1,4	90,7	1,275	+ 0,9	1,254	75,85	27./II.
106,6	1,258	— 0,8	106,8	1,305	+ 1,4	1,275	106,7	„
			Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.					
30,3	0,881	— 0,8	30,2	0,893	+ 1,2	0,886	30,25	13./III.
57,0	0,912	— 1,1	57,0	0,938	+ 2,1	0,921	57,0	4./III.
73,3	0,927	— 1,9	73,3	0,945	+ 1,2	0,938	73,3	27./II.
75,3	0,968	— 1,8	75,3	0,973	+ 0,8	0,971	75,3	13./III.

Blei (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
Vor A_L: Pb_1. Vor A_R: 0.								
51,3	1,480	— 2,0	53,4	1,597	+ 2,2	1,536	53,35	27./II
67,8	1,565	— 0,8	67,8	1,647	+ 2,1	1,571	67,8	„
78,4	1,587	— 1,3	78,4	1,649	+ 0,9	1,609	78,4	„
89,75	1,615	— 1,1	89,75	1,664	+ 0,8	1,636	89,75	„
106,5	1,675	— 1,5	106,5	1,702	+ 1,45	1,689	106,5	„
Vor A_L: 0. Vor A_R: 0.								
53,9	0,914	— 0,9	53,9	0,930	+ 1,1	0,921	53,9	27./II
89,4	0,953	— 0,9	89,7	0,963	+ 2,3	0,956	89,55	„
Vor A_L: Pb_2. Vor A_R: 0.								
53,3	1,696	— 1,85	53,3	1,825	+ 1,5	1,767	53,3	27./II.
67,0	1,809	— 1,7	67,0	1,855	+ 1,3	1,835	67,0	„
78,1	1,812	— 1,8	78,1	1,899	+ 1,6	1,858	78,1	„
89,05	1,835	— 1,7	89,05	1,928	+ 1,1	1,891	89,05	„
105,2	1,905	— 1,1	105,2	1,965	+ 1,25	1,933	105,2	„
Nullwerte wie bei A_L: 1 Pb. A_R: 0.								
Vor A_L: Pb_2. Vor A_R: Pb_1.								
53,9	0,997	— 1,3	53,9	1,054	+ 1,5	1,024	53,9	27./I.
65,0	1,035	— 1,5	65,0	1,086	+ 1,3	1,062	65,0	„
77,8	1,049	— 1,7	77,8	1,123	+ 2,2	1,081	77,8	„
89,3	1,102	— 1,2	89,3	1,120	+ 2,1	1,109	89,3	„
106,0	1,100	— 1,2	106,0	1,119	+ 1,0	1,114	106,0	„
Nullwerte wie bei A_L: 1 Pb. A_R: 0.								

Blei (dünn).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Pb_3. Vor A_R: Pb_2.					
52,25	1,229	— 1,9	52,25	1,332	+ 1,8	1,282	82,25	27./II.
57,0	1,241	— 1,6	57,0	1,298	+ 1,2	1,274	57,0	4./III.
64,2	0,427	— 0,6	64,2	1,457	+ 0,7	1,439	64,2	13./III.
66,5	1,211	— 1,8	66,1	1,311	+ 2,1	1,257	66,3	27./II.
75,3	1,300	— 1,0	75,3	1,373	+ 1,3	1,332	75,3	4./III.
78,6	1,264	— 0,7	78,6	1,336	+ 1,4	1,288	78,6	27./I.
87,25	1,315	— 1,6	87,25	1,353	+ 1,0	1,338	87,25	„
90,7	1,477	— 0,3	90,7	1,509	+ 1,3	1,483	90,7	13./III.
94,3	1,482	— 0,7	94,2	1,510	+ 1,1	1,493	94,25	„
105,8	1,356	— 1,5	105,7	1,433	+ 1,1	1,400	105,75	27./II.
			Vor A_L: O. Vor A_R: O.					
30,3	0,881	— 0,8	30,2	0,893	+ 0,2	0,886	30,25	13./III.
53,9	0,914	— 0,9	53,9	0,930	+ 1,1	0,921	53,9	27./II.
64,6	0,946	— 1,3	64,6	0,973	+ 1,8	0,957	64,6	13./III.
77,9	0,970	— 0,7	77,9	0,984	+ 1,6	0,974	77,9	„
89,4	0,953	— 0,9	89,7	0,963	+ 2,3	0,956	89,55	27./II.

Blei (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Pb_4. Vor A_R: 0.					
14,8	2,691	— 1,6	14,8	2,874	+ 0,1	2,825	14,8	15./I.
45,39	3,942	— 1,6	54,39	4,306	+ 0,5	4,219	45,39	12./I.
58,44	4,238	— 2,0	58,44	4,698	+ 0,65	4,592	58,44	„
100,6	4,781	— 1,1	100,7	4,977	+ 0,4	4,925	100,65	„
118,6	4,495	— 1,7	118,6	4,901	+ 0,9	4,761	118,6	15./I.
			Vor A_L: Pb_5. Vor A_R: Pb_4.					
22,5	1,698	— 1,3	22,6	2,132	+ 0,5	2,011	22,55	12./I.
23,0	1,726	— 1,2	23,0	2,706	+ 1,3	2,050	23,0	„
50,0	1,880	— 1,2	50,1	2,293	+ 0,7	2,140	50,05	15./I.
54,1	2,049	— 2,0	54,1	2,383	+ 0,6	2,306	54,1	12./I.
59,0	2,287	— 0,5	59,0	2,590	+ 1,2	2,376	59,0	6./II.
61,0	1,942	— 0,7	61,0	2,440	+ 1,3	2,250	61,0	12./I.
80,4	2,252	— 1,4	80,4	2,459	+ 0,8	2,384	80,4	„
98,7	2,361	— 1,7	98,7	2,499	+ 0,94	2,451	98,7	„
114,3	2,237	— 1,0	114,6	2,564	+ 0,9	2,405	114,45	15./I.
116,6	2,493	— 0,7	116,8	2,630	+ 0,8	2,559	116,7	6./II.
149,9	2,306	— 1,2	149,6	2,531	+ 0,4	2,475	149,75	15./I.
			Vor A_L: Pb_6. Vor A_R: Pb_5.					
18,7	0,695	— 1,0	18,9	1,365	+ 0,6	0,946	18,8	17./I.
21,9	1,213	— 1,9	21,9	1,427	+ 1,7	1,329	21,9	15./I.
27,7	0,962	— 1,7	27,8	1,324	+ 7,4	1,257	27,75	„
30,5	0,900	— 2,3	30,5	1,704	+ 0,8	1,500	30,5	17./I.
53,8	1,730	— 1,7	53,8	2,514	+ 0,8	1,581	53,8	15./I.
56,4	1,496	— 0,7	56,3	2,445	+ 1,45	1,805	56,35	„
74,45	1,847	— 1,4	74,45	1,993	+ 1,7	1,899	74,45	„
74,9	1,272	— 1,7	74,9	1,501	+ 1,1	1,411	74,9	17./I.
91,6	1,869	— 1,7	91,6	2,150	+ 0,8	2,060	91,6	15./I.

Blei (dick).

p_1 in cm Hg	μ_1	A	p_2 in cm Hg	μ_2	A	μ	p	Datum
			Vor A_L: Pb_7. Vor A_R: Pb_6					
28,7	1,103	— 1,8	28,9	1,422	+ 0,7	1,192	28,85	16./I.
30,9	—	0	30,9	—	0	1,030	30,9	17./I.
37,0	1,023	— 1,4	35,0	1,307	+ 0,5	1,072	35,0	16./I.
48,65	1,108	— 1,1	48,65	2,338	+ 1,1	1,723	48,65	17./I.
75,1	1,348	— 1,6	75,1	1,356	+ 0,7	1,354	75,1	16./I.
90,3	1,390	— 0,8	90,3	2,111	+ 0,7	1,775	90,3	17./I.
90,7	1,530	— 1,5	90,7	2,007	+ 1,1	1,731	90,7	16./I.
			Vor A_L: Pb_4. Vor A_R: 10 Sn.					
65,2	—	0	65,2	—	0	0,962	65,2	6./II.
85,05	1,024	— 0,4	85,05	1,036	+ 0,4	1,030	85,05	„
99,6	1,000	— 1,4	99,4	1,062	+ 1,3	1,033	99,5	„
			Vor A_L: Pb_5. Vor A_R: Pb_4. und 6 Sn.					
33,1	0,788	— 0,7	32,9	0,864	+ 1,2	0,864	33,0	13./II.
34,4	0,668	— 0,8	33,9	0,755	+ 0,7	0,714	34,15	15./II.
49,2	0,785	— 0,9	49,1	0,845	+ 0,6	0,815	49,15	13./II.
64,0	0,857	— 0,45	64,0	0,873	+ 1,0	0,862	64,0	„
85,8	0,807	— 1,0	85,8	0,883	+ 0,9	0,847	85,8	15./II.
86,5	0,867	— 0,5	86,5	0,907	+ 0,8	0,882	86,5	13./II.
106,6	0,875	— 1,0	106,0	0,963	+ 0,8	0,925	106,3	„
118,6	0,917	— 0,7	118,4	0,942	+ 0,8	0,929	118,5	„
			Vor A_L: 2 Pb_4. Vor A_R: Cu_4.					
44,6	0,991	— 1,2	44,6	1,107	+ 0,9	1,057	44,6	16./I.
81,6	1,095	— 1,3	81,6	1,136	+ 0,85	1,125	81,6	„
114,8	—	0	114,8	—	0	1,175	114,8	„

In den Kurven sind die μ-Werte als Ordinaten mit den dazu gehörigen p als Abscissen bezeichnet. Es zeigte sich, dass μ eine Funktion von p durch die empirische Formel:

$$\mu = a \frac{\log p}{b + \log p}$$

dargestellt werden konnte. Die Konstante a bedeutet den Wert von μ bei so grossem p, dass b neben log p vernachlässigt werden kann. Die Konstante b scheint im Allgemeinen mit a zu wachsen, und auch mit dem Gebrauch der Lampe grösser zu werden, und rührt wahrscheinlich von der verschiedenen Zusammensetzung der Röntgenstrahlung in verschiedenen Richtungen her.

Die auf den Kurvenblättern ausgezogenen Linien sind berechnet mit folgenden Werten von a und b. Dieselben Werte sind auch bei den späteren Absorptionskoeffizienten verwendet worden. Die eingezeichneten Punkte sind die beobachteten Werte.

Diese Werte sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Blech vor A_l	Blech vor A_r	a	b	Blech vor A_l	Blech vor A_r	a	b
0	0	1,55	1,00*)	Fe 5	Fe 4	6,388	6,50
0	0	2,07	1,91**)	Fe 6	Fe 5	2,952	2,14
0	0	1,40	1,00***)	Ni 1	0	2,077	1,45
Al 1	0	1,780	1,36	Ni 2	Ni 1	2,526	2,40
Al 2	Al 1	1,863	1,36	Ni 3	Ni 2	2,031	1,64
Al 2	0	2,045	1,36	Ni 4	0	4,103	3,90
Al 3	Al 2	2,351	1,51	Ni 5	Ni 4	2,734	2,03
Al 3	0	4,082	2,90	Ni 6	Ni 5	2,843	2,58
Fe 1	0	1,865	1,29	Cu 1	0	2,055	1,49
Fe 2	Fe 1	2,145	1,88	Cu 2	0	2,589	1,73
Fe 3	Fe 2	1,760	1,39	Cu 2	Cu 1	2,188	1,77
Fe 4	0	3,455	1,49	Cu 3	0	3,048	1,77

*) Lampe I Dünn ausgezogene Kurve.
**) Lampe I Dick ausgezogene Kurve.
***) Lampe II (Neue Lampe).

Blech vor A_l	Blech vor A_r	a	b	Blech vor A_l	Blech vor A_r	a	b
Cu 3	Cu 2	2,070	1,66	Cd 3	Cd 2	1,901	1,31
Zn 1	0	2,216	1,70	Sn 1	0	1,733	1,00
Zn 2	0	3,292	2,65	Sn 2	0	2,158	„
Zn 2	Zn 1	2,770	2,65	Sn 2	Sn 1	1,778	„
Zn 3	0	3,438	2,34	Sn 3	Sn 2	1,760	„
Zn 3	Zn 2	2,077	1,63	Sn 4	Sn 3	1,736	„
Zn 4	0	2,885	1,37	Sn 5	Sn 4	1,664	„
Zn 5	Zn 4	3,248	2,41	Sn 6	Sn 5	1,735	„
Zn 6	Zn 5	3,007	2,48	Sn 7	Sn 6	1,747	„
Pd 1	0	2,220	1,57	Sn 8	Sn 7	1,645	„
Pd 2	0	2,933	1,85	Sn 9	Sn 8	1,620	„
Pd 2	Pd 1	2,319	1,85	Sn 10	Sn 9	1,696	„
Pd 3	Pd 2	2,093	1,54	Pt 1	0	3,200	1,00
Pd 4	0	2,710	1,92	Pt 2	Pt 1	5,852	4,78
Pd 5	Pd 4	2,065	1,13	Pt 3	Pt 2	2,207	1,22
Pd 6	Pd 5	2,058	1,13	Au 1	0	3,430	2,40
Ag 1	0	2,502	1,82	Au 2	Au 1	7,589	8,55
Ag 2	Ag 1	1,977	1,22	Au 3	Au 2	2,049	1,26
Ag 3	Ag 2	1,970	1,60	Pb 1	0	3,912	2,70
Cd 1	0	2,250	1,53	Pb 2	0	4,484	2,67
Cd 2	0	2,634	1,34	Pb 2	Pb 1	2,347	2,21
Cd 2	Cd 1	2,011	1,22	Pb 3	Pb 2	3,171	2,50

Die Messungen wurden nun, wie bereits angegeben, in der Weise ausgeführt, dass zuerst das Druckverhältnis in beiden Zylindern ohne vorgelegte Metallbleche bei Nullausschlag bestimmt wurde. Alsdann wurden Metallbleche eines und desselben Elementes in der angegebenen Weise derart vor die Zylinder vorgelegt, dass immer vor dem linken Zylinder ein Blech mehr vorhanden war.

Es waren sodann vor:

$$A_L \quad 0 \quad Me_1 \quad Me_2 \quad Me_3 \quad Me_n$$

$$A_R \quad 0 \quad 0 \quad Me_1 \quad Me_2 \quad Me_{n-1}$$

Dabei bedeutet Me ein Metallblech eines und desselben Elementes in der in der Tabelle angegebenen Dicke.

Da nun nach der Marx'schen [1]) Arbeit (s. S. 12) die Geschwindigkeit der X-Strahlen gleich der der Lichtstrahlen gefunden wurde, könnte man annehmen, dass die X-Strahlen dasselbe Absorptionsgesetz befolgen würden, wie die Lichtstrahlen, was im Folgenden geprüft wurde.

Bezeichnet man mit R_0 die Strahlungsintensität ohne vorgelegte Metallbleche mit R_n dieselbe nach dem Passieren von n Metallblechen, so ist analog dem Lichtabsorptionsgesetz

$$R_n = R_0 \cdot e^{-x_n}$$

worin x eine der Dicke der Platten proportionale Grösse bedeutet.

Das Verhältnis der Drucke in dem rechten zum linken Zylinder ohne vorgelegte Bleche ist:

$$\frac{R_{0r}}{R_{0l}} = a_{00}$$

$$\frac{R_{0r}}{R_{1l}} = a_{10} = \frac{R_{0r}}{R_{0l} \cdot e^{-x_1}} \therefore e^{-x_1} = \frac{a_{00}}{a_{10}} \therefore x_1 = \frac{\log a_{10} - \log a_{00}}{\log e}$$

$$\frac{R_{1r}}{R_{2l}} = a_{21} = \frac{R_{0r} \cdot e^{-x_1}}{R_{0l} \cdot e^{-x_2}} \therefore e^{(x_2 - x_1)} = \frac{a_{21}}{a_{00}} \therefore x_2 = x_1 + \frac{\log a_{21} - \log a_{00}}{\log e}$$

Allgemein: $$x_n = x_{n-1} + \frac{\log a_{n\,n-1} - \log a_{00}}{\log e}$$

Nach der angegebenen Formel wurden die X-Werte berechnet und in folgender Tabelle zusammengestellt. In derselben sind ferner enthalten die Absorptionskonstanten der Metalle für Röntgenstrahlen erhalten durch Division von $\frac{X}{D}$, wo D die Dicke des betreffenden Metalles bedeutet.

[1]) Drude's Anal. d. Phys. 20 S. 677.

Die mit * bezeichneten Messungen wurden auf direktem Wege ausgeführt, indem vor A_L das Metallblech vor A_R kein Blech vorgesetzt war.

Bezeichnung des Metalls	X	$\frac{X}{D}$	Bezeichnung des Metalls	X	$\frac{X}{D}$
Al 1	0,0736	1,91	Pd 3	0,611	26,10
Al 2	0,200	2,05	Pd 4	0,345*	29,35
	0,219	2,20	Pd 5	0,645	28,10
Al 3	0,522	1,96	Pd 6	0,942	27,6
	0,735*	2,75	Ag 1	0,291	27,5
Fe 1	0,157	19,15	Ag 2	0,535	27,1
Fe 2	0,272	15,56	Ag 3	0,654	26,05
Fe 3	0,329	13,67	Cd 1	0,263	28,0
Fe 4	0,702*	12,75	Cd 2	0,535	26,5
Fe 5	1,100	10,15		0,472*	
Fe 6	1,467	9,02	Cd 3	0,675	26,2
Ni 1	0,171	18,59	Sn 1	0,191	22,67
Ni 2	0,327	17,50	Sn 2	0,382	22,77
Ni 3	0,461	17,05		0,379*	22,61
Ni 4	0,369*	18,93	Sn 3	0,557	21,90
Ni 5	0,697	16,51	Sn 4	0,7215	21,28
Ni 6	0,956	14,87	Sn 5	0,8434	20,45
Cu 1	0,184	21,19	Sn 6	1,007	20,06
Cu 2	0,349	19,53	Sn 7	1,178	19,53
	0,345		Sn 8	1,288	18,74
Cu 3	0,492	18,83	Sn 9	1,383	18,21
	0,498*		Sn 10	1,524	18,18
Zn 1	0,191	28,24	Pt 1	0,805	40,65
Zn 2	0,366	26,93	Pt 2	1,343	34,15
	0,348*	25,59	Pt 3	1,678	29,4
Zn 3	0,503*	24,26	Sn 1	0,416	44,48
	0,432	20,83	Sn 2	0,787	36,46
Zn 4	0,557*	19,81	Sn 3	1,024	32,55
Zn 5	0,952	17,24	Pb 1	0,524	46,03
Zn 6	1,253	14,81	Pb 2	0,651	43,11
Pd 1	0,229	29,00		0,668*	44,30
Pd 2	0,423	27,45	Pb 3	0,991	37,54
	0,429*				

Zusammenfassung der Resultate.

Auf Seite 59 sind die nach der angegebenen Formel berechneten x, sowie die Absorptionskoeffizienten zusammengestellt, die erhalten sind durch Division von $\frac{x}{D}$, wobei D die Dicke des betreffenden Metalles bedeutet. Auf Tafel IV des Anhangs sind die $\frac{x}{D}$ als Ordinaten und die D als Abszissen aufgetragen, mit Ausnahme der Palladium-, sowie der dicken Nickel-Werte, die schlechte Resultate unter sich ergaben und infolge dessen keine allgemeinen Schlüsse zu ziehen erlaubten. Die von diesen erhaltenen Werte sind jedoch in den Tabellen enthalten.

Ein Vergleich der angeführten Zahlen zeigt, dass bei Anwendung des Lichtabsorptionsgesetzes auf die Durchlässigkeit der Metalle für Röntgenstrahlen eine Konstanz der Absorptionskoeffizienten der gemessenen Metalle innerhalb der angegebenen Dicken nicht besteht, nur Aluminium zeigt in Dicken von $^1/_{10}$ mm bis 1 mm Konstanz.

Was die Frage anbetrifft, in welchem Verhältnis die der Dicke der Bleche proportionale Grösse x wächst, so ist diese, wie aus den Versuchen hervorgeht, dahin zu beantworten, dass bei den Metallen Fe, Ni, Cu, Zn und Sn, die sämtlich in den Dicken von $^1/_{10}$—$^1/_{100}$ mm bestimmt waren, die Absorption nicht im Verhältnis zur zunehmenden Dicke gleichmässig wächst, sondern viel rascher. Ag und Cd wurden in Dicken, die nur um $^1/_{100}$—$^2/_{100}$ mm differierten, untersucht und wiesen innerhalb dieser Grenzen annähernde Konstanz auf.

Pt, An, Pb konnten infolge ihrer starken Undurchlässigkeit und der damit verknüpften, durch die angewandte Nullmethode ausserdem bedingte schwierige Messung, nur in den sehr geringen Dicken von $^8/_{1000}$—$^3/_{100}$ mm bestimmt werden.

Innerhalb der angegebenen Dicken nahm bei ihnen im Gegensatz zu den erst erwähnten Metallen die Absorption mit zunehmender Dicke nicht ab, voraussichtlich dürfte allerdings wohl bei grösserer Dicke der Einfluss auf die Absorption noch bedeutender geworden sein als bei den unedlen Metallen.

Aus der Zusammenstellung geht schliesslich noch hervor, dass die Durchlässigkeit der Metalle für Röntgenstrahlen von der Stellung der betreffenden Elemente im periodischen System abhängig ist, dass dieselbe also mit steigendem Atomgewicht abnimmt.

Berichtigung:

Seite 14, 3. Zeile von unten: Statt Elektromotor liess Elektrometer.

Seite 18, 5. Zeile von oben: Statt dieser liess diese.

Seite 24, 3. Zeile von oben: Statt unter liess unteren.

VITA.

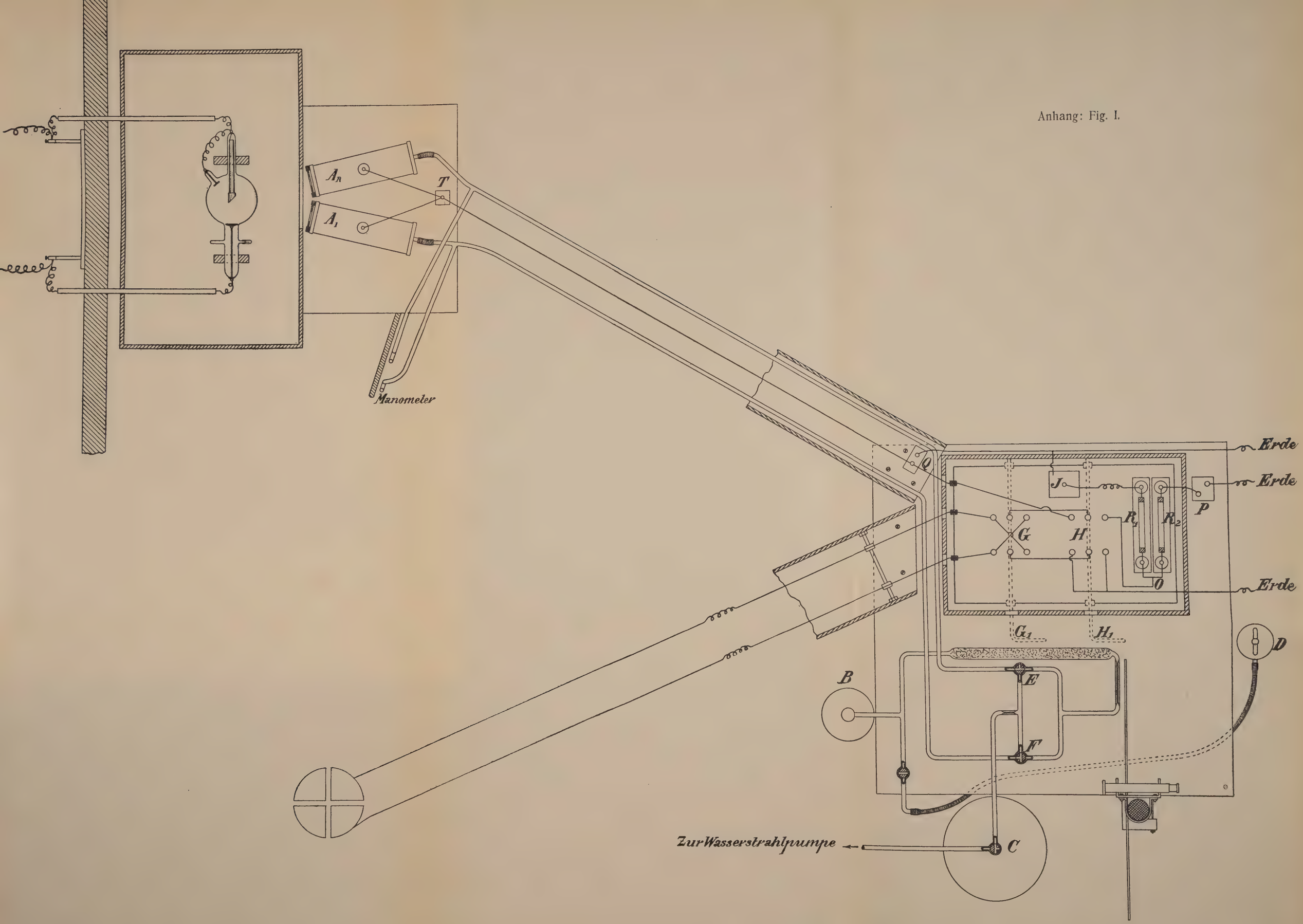
Geboren wurde ich am 21./I. 1881 als Sohn des Fabrikbesitzers Georg Throm zu Giessen und seiner verstorbenen Frau Antonie, geb. Kiesewetter. Bis 1891 besuchte ich das Gymnasium, von da ab das Realgymnasium meiner Vaterstadt, das ich im Frühjahr 1899 absolvierte, um mich dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen. Ich besuchte die Vorlesungen und Praktika der Herren Professoren Th. Curtius, A. Naumann, R. Brauns, L. Knorr, G. W. Kahlbaum, E. Hagenbach-Bischoff, C. Schmidt, R. Nietzki auf den Universitäten Heidelberg (W.-S. 99/00 — W.-S. 00/01), Giessen (S.-S. 02 — S.-S. 03), Jena (W.-S. 03/04), Basel (von S.-S. 04 an).

Vorliegende Arbeit wurde im Phys.-chem. Laboratorium der Universität Basel auf Anregung von Herrn Prof. G. W. A. Kahlbaum ausgeführt. Infolge des Todes meines Chefs wurde dieselbe unter der Leitung von Herrn Lic. Fil. O. A. Tenow aus Upsala fortgesetzt.

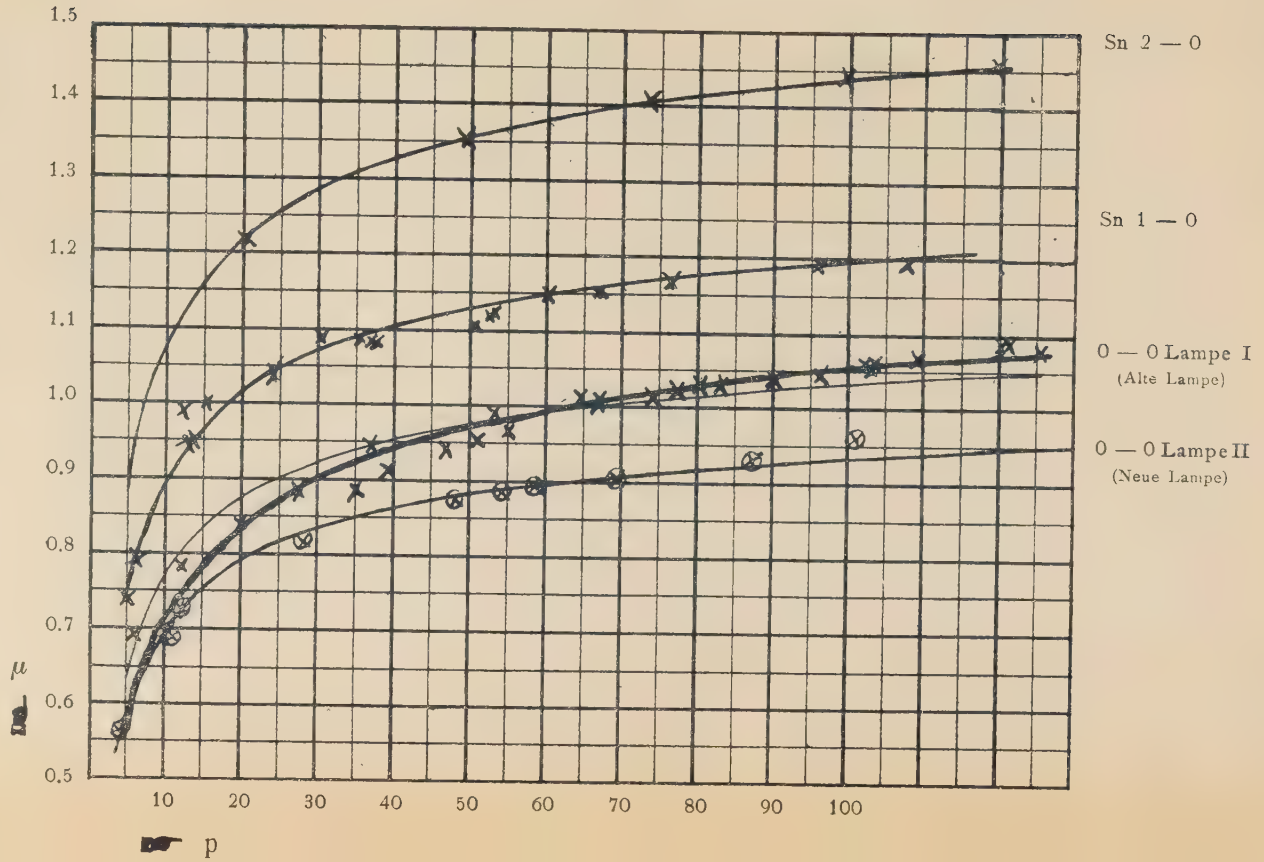
Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, Herrn O. Tenow für das Interesse, mit dem er meine Arbeit verfolgte, sowie für manche Unterstützung in Rat und Tat, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Fritz Throm.

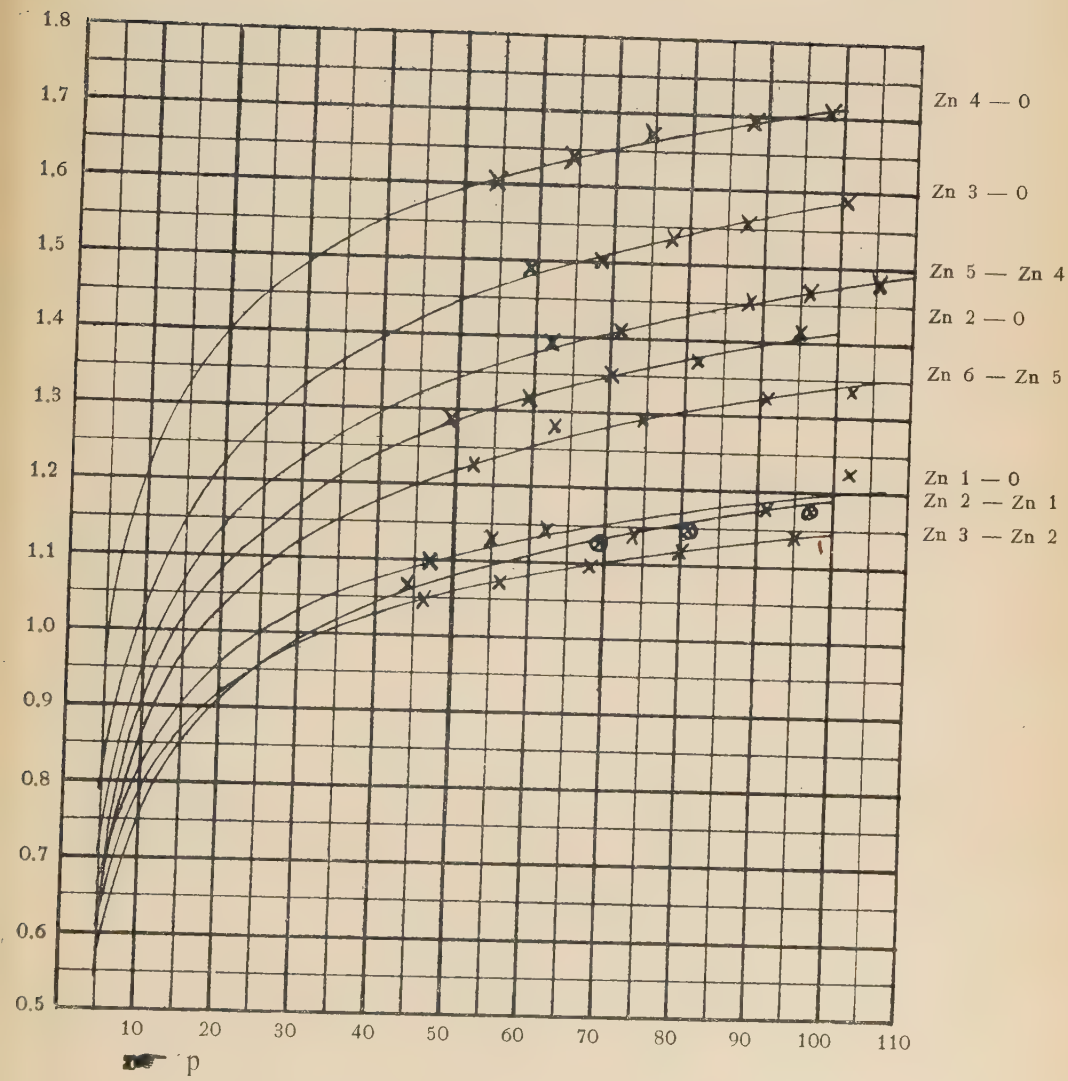
Anhang: Fig. I.

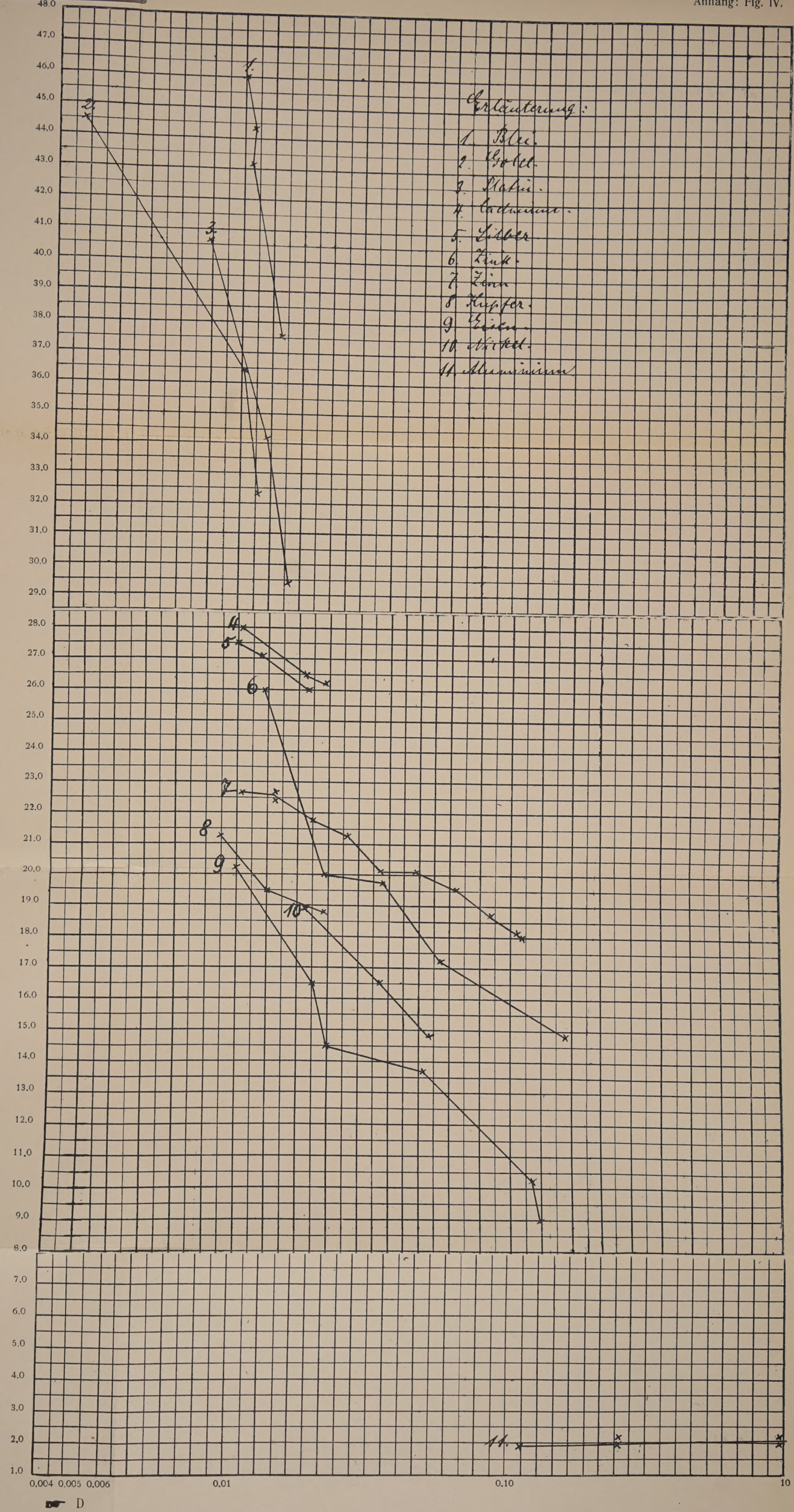

A_R
A_1
T
Manometer
Q
J
P
R_1
R_2
G
H
O
G_1
H_1
Erde
Erde
Erde
D
B
E
F
C
Zur Wasserstrahlpumpe

Nullkurve und Sn-Kurve.



Zn-Kurve.


1.8
1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
p
Zn 4 — 0
Zn 3 — 0
Zn 5 — Zn 4
Zn 2 — 0
Zn 6 — Zn 5
Zn 1 — 0
Zn 2 — Zn 1
Zn 3 — Zn 2


Erläuterung:
1. Blei.
2. Gold.
3. Platin.
4. Cadmium.
5. Silber
6. Zink.
7. Zinn
8. Kupfer.
9. Eisen.
10. Nickel.
11. Aluminium
48.0
47.0
46.0
45.0
44.0
43.0
42.0
41.0
40.0
39.0
38.0
37.0
36.0
35.0
34.0
33.0
32.0
31.0
30.0
29.0
28.0
27.0
26.0
25.0
24.0
23.0
22.0
21.0
20.0
19.0
18.0
17.0
16.0
15.0
14.0
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2,0
1.0
0.004 0.005 0.006
0.01
0.10
10

Oberbad. Verlags- und Handelsdruckerei
Lörrach - Jaumann & Netzer